Aus der Augenklinik des Städtischen Krankenhauses Neukölln
Chefarzt: Priv.-Doz. Dr. med. Otmar Liegl

DER INTRAOKULARE FREMDKÖRPER

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von:
Rudolf Grunner
aus Berlin

1978

Aus der Augenklinik des Städtischen Krankenhauses Neukölln
Chefarzt: Priv.-Doz. Dr. med. Otmar Liegl

"Der intraokulare Fremdkörper"

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den
Medizinischen Fachbereichen der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Rudolf Grunner
aus Berlin

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Otmar Liegl

Korreferent: Prof. Dr. med. Hugo Gasteiger

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 12.1.1978

INHALTSVERZEICHNIS

I) Allgemeiner Teil:
1. Einleitung
2. Häufigkeit
3. Altersverteilung
4. Verletzungsursachen
5. Fremdkörpermaterial
6. Eintrittsort, Größe und Geschwindigkeit
7. Fremdkörperlage
8. Fremdkörperwirkungen
9. Fremdkörperlokalisation
10. Der Magnet
11. Therapie
12. Ergebnisse
13. Spätkomplikationen
14. Prognose
15. Prophylaxe

II) Eigene Untersuchungen:
1. Krankengut
2. Häufigkeit und Altersverteilung
3. Verletzungsursachen
4. Fremdkörpermaterial
5. Eintrittsort
6. Größe und Lage
7. Behandlungsbeginn
8. Kasuistik
9. Ergebnisse
10. Komplikationen
11. Erblindungsursachen

III) Diskussion

IV) Zusammenfassung

V) Literaturverzeichnis

VI) Danksagung

VII) Lebenslauf

Allgemeiner Teil

EINLEITUNG:

Infolge zunehmender Technisierung in allen Zweigen des Lebens, werden in vielen Berufsbereichen immer höhere Anforderungen an Sehleistung und Binokularsehen gestellt. Augenverletzungen, die wesentlich häufiger sind, als man der Größe des Organes und seiner relativ geschützten Lage nach annehmen würde, können eine wesentliche Minderung der Erwerbsfähigkeit, unter Umständen sogar eine Berufsunfähigkeit zur Folge haben. Augenverletzungen sind eine der häufigsten Ursachen, die in der Kindheit und im arbeitsfähigen Alter zu einer Beeinträchtigung des Sehens führen können.(12, 25)
In der Mehrzahl der Fälle wären die Augenverletzungen durch entsprechenden Augenschutz vermeidbar. Das gilt vor allem für die größte Gruppe, die Arbeitsunfälle.(3,25)

HÄUFIGKEIT:

Ca. 10% aller überhaupt vorkommenden Verletzungen sind Augenverletzungen, trotz der minimalen Oberfläche des Auges verglichen mit der des übrigen Körpers (ca. 0,25%). (51) Das Auge ist also Beschädigungen besonders ausgesetzt. Der Prozentsatz ist bei den Berufsunfällen noch höher. Im Durchschnitt liegt er bei ca. 15%, mit einer Schwankungsbreite von 10% bei Pellathy und 19,5% bei Munari.(24) Der prozentuale Anteil der intraokularen Fremdkörper an den gesamten Augenverletzungen beträgt im Mittel ca. 33%, 19% bei Sellas, 37,4% bei Springer. (24) In der Mehrzahl der Fälle (ca. 95%) sind Männer betroffen. (13,45) Literaturangaben über die Seitendifferenz schwanken. Meist wird ein Überwiegen des linken Auges konstatiert.(2, 16, 33) Levy (19) fand keine Seitendifferenz, bei Rubinstein (38) überwogen die Verletzungen des rechten Auges. Wenn man jedoch die Hammer-Meißel-Unfälle betrachtet, so überwiegen die linksseitigen Verletzungen erheblich (61% bei Holland). Die Ursache liegt darin, daß bei der Arbeit mit dem Hammer in der Regel der Gegenstand in der linken Hand gehalten wird und daher die linke Körperhälfte und das linke

Auge näher am Objekt sind als das rechte. Außerdem besteht für das rechte Auge in diesem Falle auch ein gewisser Schutz durch den Nasenrücken.(12)

ALTERSVERTEILUNG:

Das Alter der Patienten zeigt einen charakteristischen Kurvenverlauf. In der Kindheit bestehen nach Toppel (48) zwei Gipfel, nämlich bei den 5-7 jährigen und 11-14 jährigen. Hier sind wiederum die Jungen, deren Spiel besonders gefährdend scheint, im Verhältnis von rund 4:1 zahlreicher als die Mädchen betroffen. Die häufigsten Verletzungsursachen sind Stoß und Stich, vor allem Stockverletzungen, die meist beim unbeaufsichtigten Spiel zustande kommen.(48)
Das zweite Mal steigt die Kurve der Altersverteilung in den Jahrgängen von 15-40 an, bei denen es sich um die große Zahl der Berufsunfälle handelt. Folgende Tabelle zeigt den jeweiligen Gipfel der Altersverteilung bei verschiedenen Autoren:

21-40 J.	Stankovic (45)
20-40 J.	Schenk u. Nemetz (39)
25-40 J.	Waubke (51)
15-40 J.	Rubinstein (38)
19-30 J.	Glees u. Kleinhans (10)
bis 40 J.	Neubauer (24)
bis 21 J.	Vancea u. Cernea (49)

Tab. 1: Gipfel der Altersverteilung

Bei Hollwich lag der Gipfel ebenfalls in der Altersgruppe bis 25 Jahren. Die Kurve der Altersverteilung stieg aber auch wieder bei den 55-65 jährigen.(13)

VERLETZUNGSURSACHEN:

Wesentliche Faktoren für die besondere Häufung der Berufsunfälle in den jüngeren Jahren sind Unerfahrenheit im Beruf, Ungeschicklichkeit und Leichtsinn. Daher ist die hohe Unfallhäufigkeit von 29% der Lehrlinge und ungelernten Arbeiter erklärlich.(10) Die Verletzungsursachen sind in erster Linie, nämlich in ca. 60-70% Arbeiten mit dem Hammer (13,36,38,45) und hierbei vor allem bis zu 45% mit Hammer und Meißel.(38) Die Berufsverteilung ergibt eine überwiegende Verletzungszahl bei den metallverarbeitenden Berufen.(16,38) Die Schlosser nehmen hierbei den größten Anteil von etwa 20% ein.(10) Nach David (5) sind 83% Industriearbeiter und Mechaniker.
Zeitlich ereignen sich die meisten Berufsunfälle in der Phase der höchsten Aktivität, in der gleichzeitig die Ermüdung zunimmt und es zum Nachlassen der Aufmerksamkeit kommt.(10) Weiterhin erwähnt Rubinstein (38) einen Anstieg der Berufsunfälle in den Sommermonaten, wofür er allerdings keine Erklärung hat.

MATERIAL DER FREMDKÖRPER:

Bei den intraokularen Fremdkörpern handelt es sich am häufigsten um metallische Fremdkörper (ca. 99%) und dabei vorwiegend um magnetische.(7) Nach den Angaben von Neubauer (24) aus dem Jahre 1965 liegt der Mittelwert der nicht-magnetischen Fremdkörper bei 18,4% und nach den Angaben von Roper-Hall (36) aus dem Jahre 1968 bei 9,3% , mit einer Schwankungsbreite von 4-16%. Bei David (5) war das Material in 75,4% magnetisch. Bei den nicht-metallischen Fremdkörpern handelt es sich meist um Glas, Pflanzen- und Holz-Teile und Wimpern.(7)

EINTRITTSORT, GRÖSSE UND GESCHWINDIGKEIT DER FREMDKÖRPER:

Oft wird man durch das Mißverhältnis zwischen der kleinen sichtbaren Einschlagöffnung und der Größe des Fremd-

körpers im Augeninneren überrascht. Irgendein Rückschluß auf die Größe des Fremdkörpers und seine Lage im Bulbus aus der Art und dem Ort der Wunde in der Bulbuswand ist nicht möglich. Die Kraft, mit der der Fremdkörper auf das Auge trifft, bestimmt das weitere Schicksal.(15,36)
Untersuchungen über die Eintrittspforte der Fremdkörper bestätigen, daß in erster Linie die Cornea, dann die Sklera und zuletzt erst der Limbus perforiert wird, siehe Tabelle 2.

HH	Sklera	Limbus	Autor
60%	30%	10%	Rubinstein (38)
79%	21%	ø	Neubauer (24)
60%	30%	10%	Roper-Hall (37)
71%	20%	9%	Chisholm (2)
62%	23%	15%	Stankovic (45)
67%	33%	ø	Hollwich (13)

Tab. 2: Eintrittspforte

Nach Neubauer (24) handelt es sich bei den Augenperforationen vorwiegend um Geschwindigkeiten von 100-200m/sec , mit denen die Fremdkörper ins Auge dringen.
Größenmäßig kommen Fremdkörper bis zu 5mm^2 und gewichtsmäßig bis zu 10 mg gehäuft vor.(2,24) Es handelt sich hierbei um die große Gruppe der kleinen, rasanten, magnetischen Splitter, die bei der Hammer-Meißel-Verletzung vorkommen und die sich infolge der hohen Geschwindigkeit erhitzen und daher steril sind.(6)

FREMDKÖRPERLAGE:

Übereinstimmende Ergebnisse finden sich in der Literatur auch über die Fremdkörperlage, siehe Tabelle 3.

Ant.Segm.	Post.Segm.	Autor
25%	75%	Neubauer (24)
28%	72%	Vancea (49)
24%	76%	Rubinstein (38)
33%	67%	Chisholm (2)

Tab. 3: Fremdkörperlage

Kleinere Fremdkörper bis ca. 5mm^2 finden sich gehäuft im anterioren Segment, während größere meist im posterioren Segment liegen.(24,36)

FREMDKÖRPERWIRKUNGEN:

Hier sollen vor allem die sofortigen Wirkungen (Primärschäden) der Fremdkörper erörtert werden. Die beobachteten Schäden hängen von der Größe, Form, Infektiosität, Geschwindigkeit und Material des Fremdkörpers, sowie vom Eintrittsort und seiner endgültigen Lage ab. Große Fremdkörper, deren Primärtraumen von Natur aus schon stärker sind, sind außerdem wegen ihres hohen Verschmutzungsgrades wesentlich infektionsgefährdender als kleine, die durch den Erhitzungsvorgang meist steril sind.(3,7,51) Eine unregelmäßige, womöglich gezackte Form des Fremdkörpers läßt ebenfalls ein stärkeres Primärtrauma entstehen.(51) Als häufigste Sofortschäden werden, abgesehen von den Perforationswunden, Katarakt, Hyphäma und Uveaprolaps, bei den Fremdkörpern des vorderen Augenabschnittes Katarakt, bei den Fremdkörpern des hinteren Abschnittes Corpusblutung angegeben.(33,36,38,44) In seltenen Fällen kommt es auch schon zu Beginn zu einer Netzhautablösung.(36) Die Infektion, deren Vorkommen ihren Gipfel schon am zweiten Tag hat, rechnet ebenfalls zu den sofortigen Fremdkörperwirkungen.(8,13,33) In diesem Zusammenhang ist auf die Gefahr eines nicht rechtzeitig behandelten Uveaprolapses hinzuweisen,

der einen idealen Nährboden für Keime aller Art bildet, sodaß es innerhalb kurzer Zeit zu einer Panophthalmie kommen kann.(15)
Vom Material her gesehen werden die chemisch indifferenten Stoffe wie Glas, Stein und Kunststoff, sowie Blei und Aluminium im allgemeinen lange Zeit gut vertragen, solange sie nicht zum Beispiel infolge einer Fremdkörperwanderung zu einer mechanischen Schädigung führen, was besonders bei Glas noch nach Jahren zu schweren Entzündungen führen kann.(8) Bekannt sind die rezidivierenden Keratopathien nach jahrelangem Verbleiben kleinster Glassplitter im Kammerwinkel.(3,23)

Lange im Auge verbleibende Fremdkörper werden schließlich eingekapselt, was einer Dauerheilung gleichzusetzen ist.(7) Organisches Material, mit Ausnahme von Cilien, die im allgemeinen gut vertragen werden, führt jedoch allermeist zu schweren Entzündungen mit nachfolgender Phthisis.(15,24)
Zu den chemisch toxischen, weil oxydierbaren Stoffen, gehören Kupfer und Eisen. Kupfer führt, abgesehen von der Langzeitwirkung der Chalkose, schon innerhalb kürzester Zeit zu schweren, irreparablen Schädigungen des Auges. Ein kupferhaltiger Glaskörpersplitter erzeugt schon nach etwa drei Tagen eine Chemosis der Bindehaut, eine Hyperämie der Netzhautgefäße, aber vor allem eine massive Glaskörperverflüssigung mit umgebender zelliger Infiltration (steriler Glaskörperabszeß). Außerdem ist der Primärschaden meist durch die Heftigkeit des Verletzungsvorganges gekennzeichnet (sog. Hülsenreißer).(8,24) Eisen führt frühestens nach zwei Monaten zur Siderose, weshalb es chemisch gesehen keine Primärschäden verursacht.(13,49)

Die sofortigen Fremdkörperwirkungen, abhängig von der endgültigen Lage, stellen sich wie folgt dar:

a) Vorderkammer: 1) Hyphäma
2) VK-Aufhebung
3) Exsudat

b) Iris: 1) Prolaps
2) Synechien
3) Irisforamen
4) Iridodialyse
5) Sphinkterriß

c) Linse: 1) Linsenzerstörung
2) Katarakt (total,lokal)
3) Luxation, Subluxation

d) Hinterkammer: 1) Zonulaabriß
2) Corpusprolaps

e) Ciliarkörper: 1) Uveitis
2) Expulsive Blutung

f) Glaskörper: 1) Corpusverlust
2) Corpusblutung
3) Corpusverflüssigung
4) Endophthalmie

g) Netzhaut: 1) Foramen
2) Blutung
3) Ödem
4) Ablatio

zu a): Die aufgehobene Vorderkammer stellt sich im allgemeinen rasch wieder her, kann jedoch zu Synechien im Kammerwinkel mit der Möglichkeit eines Sekundärglaukoms führen.
zu c): Bei der lokalen Katarakt sieht man häufig Eintritts- und Austrittsöffnung, sowie den Schußkanal. Kleine Fremdkörper heilen manchmal reizlos ein. Eine lokale Siderose, d.h. eine umschriebene Braunfärbung am Ort des Splitters fand Hollwich (13) schon nach acht Tagen.
zu d) Der Zonulaabriß hat eine Luxation oder Subluxation der Linse zur Folge, sodaß Glaskörper zwischen Pupillen- und Linsenrand in die Vorderkammer prolabieren kann, mit der Gefahr des Sekundärglaukoms und der Keratopathie.

zu f): Sämtliche Beschädigungen des Glaskörpers können zur Ablatio retinae führen. Vor allem Corpusblutungen, die sich in Stränge umwandeln, gefährden die Netzhaut durch Traktion.
zu g): Eine Ablatio retinae kann zwar schon im Frühstadium auftreten, zählt jedoch im allgemeinen zu den Spätkomplikationen.

FREMDKÖRPERLOKALISATION:

Eines der Hauptprobleme in der Behandlung der intraokularen Fremdkörper besteht in einer präzisen Lokalisation derselben. Für den Operateur am angenehmsten, aber leider nicht allzu oft möglich, ist es den Fremdkörper mit Hilfe des Augenspiegels zu lokalisieren.
Die zur Verfügung stehenden Verfahren sind:
a) die röntgenologische Lokalisierung
b) die Lokalisierung durch Ultraschall
c) das elektroakustische Verfahren
d) die Transillumination
zu a): Die röntgenologischen Methoden sind die verbreitetsten Verfahren zur Lokalisierung intraokularer Fremdkörper.(35) Unter diesen nimmt wiederum das Comberg-Verfahren den größten Platz ein und stellt bei genauer Befolgung seiner Anweisungen eine der besten Lokalisierungsmöglichkeiten dar.(34) Das Prinzip besteht darin, daß eine mit Bleipunkten markierte Schale auf die Hornhaut gesetzt wird und eine Röntgenaufnahme von vorn und eine von der Seite angefertigt wird. Auf einem Schema, dem die Abmessungen des emmetropen Erwachsenenauges zu Grunde liegen (Normauge= 24mm lang), werden dann die Koordinaten eingezeichnet. So kann ein Fremdkörper innerhalb von 1-2 mm genau lokalisiert werden. (35,44) Bei der bekannten Variabilität der Bulbusgröße liegt im Zugrundelegen eines Normauges jedoch der Nachteil des Verfahrens.(9) Fremdkörper, die in der Nähe der Sklera liegen, können so bei einem gegenüber der Norm längeren Augapfel unerkannt intraokular, bei einem kürzeren unerkannt extraokular liegen. Um die Fehlbeurteilung der Fremdkörperlage im Bereich der

hinteren Bulbuswand zu vermindern, werden Verfahren angewandt, bei denen man den Patienten in verschiedene Richtungen blicken läßt, in der Annahme, daß ein intraokularer Fremdkörper die Bewegung mitmacht, ein extraokularer dagegen nicht. An dieser Stelle soll auch daran erinnert werden, daß die Röntgenaufnahmen auf fehlerfreien Folien angefertigt werden müssen, da kleinere Splitter häufig als "Plattenfehler" übersehen worden sind.(13)
Ein anderes Verfahren besteht im Einblasen von Luft in den Tenon'schen Raum, um die hintere Abgrenzung des Bulbus auf dem Röntgenbild besser beurteilen zu können.(44)
Die Mindestgröße, die ein Fremdkörper haben muß, um röntgenologisch festgestellt zu werden, hängt von seiner Dichte ab und liegt etwa bei 0,25-0,5mm Länge.(14)
Sehr kleine Splitter und Splitter von einer für Röntgenstrahlen mehr durchlässigen Substanz, wie z.B. Zink und Kupfer, lassen sich eventuell mit der skelettfreien Röntgentechnik nach Vogt auf einem Zahnfilm, der am inneren Lidwinkel eingedrückt wird, sichtbar machen.(24,44)
Das Auflösungsvermögen liegt bei 0,05-0,1mm.(46)
Schreck und Wollensak berichten über ein Röntgengerät, dessen Prinzip auf der Doppelabbildung des Fremdkörpers und des ihn suchenden Instrumentes durch zwei Röntgenröhren beruht, wodurch der Nachteil, daß in der Zeit zwischen Fremdkörperlokalisation und Operation die Fremdkörperlage sich noch ändern kann, aufgehoben wird. Zum Auffinden des Splitters ist die Pinzette vom Operateur so zu führen, daß ihre Spitze mit dem Fremdkörper auf beiden Bildern zur Deckung kommt. In diesem Falle berührt die Pinzette den Fremdkörper. (42)

zu b): Oksala wandte 1957 als erster die Ultraschalldiagnostik am Auge an. Die Bedeutung dieses Verfahrens beruht in der Darstellung röntgenologisch nicht darstellbarer Fremdkörper, wie z.B. Aluminium, Glas, Holz und Stein, sowie infolge Katarakt oder Blutungen unsichtbarer Fremdkörper.(26,30)

Die entstehenden Echos können auf zweierlei Art registriert werden. Das "A"-Bild-Verfahren stellt den Schallstrahl als horizontale Nullinie und die Reflexionsflächen als vertikale Zacken dar. Es ist also ein eindimensionales Verfahren, im Gegensatz zum zweidimensionalen "B"-Bild-Verfahren, das ein Bild des Auges und der Augenhöhle erzeugt. An Stelle der Echozacken verkörpern hier Echopunkte und Echolinien die Reflexionsflächen.(31) Zur genauen Lokalisation der Fremdkörper sind Beschallungen von möglichst vielen Richtungen aus erforderlich.(27) Um mit Ultraschall einen Fremdkörper noch gerade erkennen zu können, muß er mindestens 0,15mm lang und von der Bulbuswand mindestens 1,5mm entfernt sein.(26,30,43) Ossoinig (32) berichtet über ein neues, von ihm entwickeltes Verfahren zur besseren Beurteilung wandnaher Fremdkörper, bei dem die minimale Entfernung des Fremdkörpers, der allerdings magnetisch sein muß, von der Bulbuswand noch kleiner sein kann. Er wendet gleichzeitig neben dem Ultraschall einen rhythmisch pulsierenden Magneten an, sodaß auf dem Echogramm eine im gleichen Rhythmus pulsierende Fremdkörperzacke neben der Sklerazacke differenziert werden kann.

Da die Dichte der verschiedenen Splittermaterialien unterschiedlich ist, ist auch der Grad der Schallreflexion von Fall zu Fall verschieden. Die Differenzen sind jedoch nicht so deutlich, daß man aus der Menge der reflektierten Energie, also aus der Höhe der Echozacke, etwas über das Splittermaterial aussagen könnte.(27)

zu c): Die elektroakustische Lokalisation nach Berman oder Roper-Hall stellt eine weitere Hilfsmethode dar, die jedoch nur bei metallischen Fremdkörpern angewandt werden kann. Es wird dabei im Gerät ein Ton ausgelöst, der sich beim Näherkommen verstärkt. Wenn

es sich um magnetisches Material handelt, ertönt ein tiefer Summton, bei amagnetischem Material ein hoher. Bei metallischen Fremdkörpern kann also zwischen magnetischen und nicht-magnetischen unterschieden werden.(7)

zu d): Die Transillumination mit einer hellen Lichtquelle ist vor allem bei wandnahen, undurchsichtigen Fremdkörpern, also auch nachdem sie während der Operation an die Stelle der Extraktion gelangt sind, ein brauchbares Verfahren. Man muß sich jedoch vor der Fehlbeurteilung infolge parallaktischer Verschiebung hüten.(14) Außerdem ist die Methode nur bei ausreichend klaren brechenden Medien anwendbar.(16)

DER MAGNET:

Der gezielte Einsatz des Magneten nach Richtung und Stärke muß den subtilen Methoden des chirurgischen Vorgehens entsprechen.(51) Ideal wäre eine Magnetextraktion, bei der genau das Maß an Zugkraft aufgewendet wird, das den Splitter aus seinem Bett löst und auf dem schonendsten Wege aus dem Augapfel entfernt. Bei einem zu schwachen Magneten gelingt die Mobilisierung des Fremdkörpers oft erst nach erheblicher Traumatisierung des Fremdkörperbettes.(24) Dasselbe geschieht, wenn man den Magneten nicht nahe genug an den Fremdkörper hinanbringen kann, da die Anziehungskraft eines Magneten im umgekehrten Verhältnis liegt zum Quadrat seiner Entfernung. Bei zu starker Zugkraft dagegen wird der Splitter gewaltsam aus seinem Bett befreit und springt mit großer Beschleunigung auf dem kürzesten Weg auf den Magnetpol zu. Dieser kürzeste Weg ist nicht immer der schonendste.(24,44)
Die Forderungen, die an einen modernen Magneten zu stellen sind, sind zum einen die stufenlos regulierbare Stärke, dann die Möglichkeit den Magneten ein- und auszuschalten, sowie in den Bulbus einführen zu können. Außerdem muß eine Möglichkeit der mikros-

kopischen Kontrolle bestehen. Landwehr (18) berichtet über einen sich noch in der Forschung befindenden Impulsmagneten, der nur äußerst kurze Zeit, nämlich 50 Mikrosekunden, eingeschaltet werden kann. Damit soll verhindert werden, daß der Fremdkörper im letzten Augenblick wie ein Geschoß angezogen wird und noch erhebliche intraokulare Schäden zu setzen vermag. Unter den bisher angewandten Magneten unterscheidet man zwischen Hand-, Riesen- und Innenpolmagneten. Der Handmagnet ist ein leicht manövrierfähiges Instrument, das überwiegend als Kontaktinstrument verwendet wird. Der Riesenmagnet ist ein Ferninstrument, das den Fremdkörper an die Stelle bringen soll, an der er am besten extrahiert werden kann. Beim Innenpolmagneten ist die Feldstärke stufbar. Jeder in das Feld eingebrachte Körper wird darin zum Pol. Die Wahl verschieden starker Eisenkerne bis hin zum feinsten Irisspatel gibt dem Operateur alle Möglichkeiten der Variation.(23,24)

THERAPIE:

Vor jeder Therapie ist die Erhebung einer detaillierten Anamnese unbedingt erforderlich. Einmal im Hinblick auf die ärztlichen Maßnahmen, zum anderen aber auch aus juristischen Gründen. Es besteht nämlich eine wachsende Tendenz Freizeitunfälle als Arbeitsunfälle zu deklarieren.(51) Die Anamnese sollte Auskunft geben über die Beschaffenheit des Materials, womit der Patient während der Zeit seiner Verletzung arbeitete. Das ergibt oft Anhaltspunkte über Präsenz, Natur und Größe des Fremdkörpers.(44)
Der Patient ist sich bei kleinem Splitter keineswegs immer der Verletzung bewußt. Manche sprechen von einem Funken, der das Auge getroffen habe oder von einem Fremdkörper, der vom Auge wieder abgesprungen sei.(13)
Der genauen Anamnese hat eine exakte Untersuchung zu folgen. Die klassischen Zeichen der Perforations-

verletzung, wie seichte Vorderkammer, Verlagerung der Pupille und Irisprolaps bei Perforationen im vorderen Segment, Hypotonie und manchmal auch tiefe Vorderkammer bei Perforationen im hinteren Segment, sind meist vorhanden. Jedoch kann eine kleine subconjunktivale Blutung der einzige Hinweis auf eine intraokulare Fremdkörperverletzung sein. Auch kann das Auge nach einigen Tagen wieder völlig normal erscheinen.(6,13) Es kommt auch vor, daß das einzige Symptom nur ein "Organgefühl" ist.

I) Operative Therapie:
Bei der Extraktionsplanung muß man sich zunächst über den Operationsweg klar werden, ob man direkt durch die Perforationswunde oder durch eine neue Öffnung extrahieren will. Die direkte Extraktion durch die Perforationswunde ist nur dann zulässig, wenn der Fremdkörper nahe dem Einschlag liegt oder bei sehr großen Fremdkörpern, die bereits erheblichen Schaden angerichtet haben. Wird der Bulbus operativ geöffnet, so erfolgt zunächst die Versorgung der Perforationswunde mit Rekonstruktion im betreffenden Augenabschnitt.(51) Fremdkörper sollten so früh wie möglich entfernt werden, aber nicht auf Kosten einer gründlichen Lokalisierung.(37) Muß die Sklera eröffnet werden, so soll es möglichst in der pars plana erfolgen.(44)

a) Der magnetische Fremdkörper:
Die Konstruktion von Elektromagneten ermöglicht die Anwendung ungeheurer Zugkräfte, deren Energie wesentlich größer sein kann, als diejenige, die den Splitter in das Auge hineingetrieben hat.(51) Ein magnetischer Fremdkörper wird kurz bevor er auf den Magneten trifft, wie ein Geschoß beschleunigt, siehe Abbildung1: Er kann dadurch erhebliche sekundäre Schäden im Auge verursachen, die die primären sogar noch übertreffen können.(18)

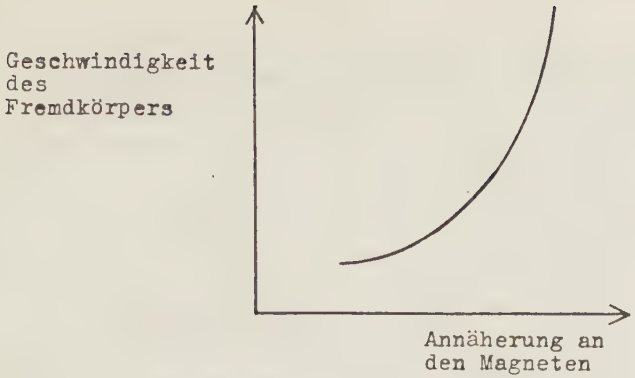


Abb. 1:

Splitter im vorderen und hinteren Bulbusabschnitt werden auf unterschiedliche Weise extrahiert. Splitter im vorderen Segment werden nach vorn extrahiert. Darunter fallen die Fremdkörper der Vorderkammer und Iris, die durch einen so peripher wie möglichen Hornhautschnitt extrahiert werden. Linsenfremdkörper können zunächst belassen werden. Bei größeren Splittern trübt sich die Linse ohnehin schnell ein. Die Extraktion des Fremdkörpers kann dann gleichzeitig mit der Linsenextraktion oder Linsenablassung erfolgen. Kleinere Splitter heilen manchmal für eine gewisse Zeit reizlos ein. Eine beginnende Siderosis kann frühzeitig genug beobachtet werden. Große Splitter müssen allerdings im Hinblick auf ihre Infektionsgefahr sehr genau beachtet werden. Bei Ciliarkörpersplittern muß ein möglichst direkter Weg eingeschlagen werden, um die sehr gefährlichen Blutungen in diesem Bereich zu vermeiden. Ciliarkörpersplitter führen nicht selten zu einem späteren Zeitpunkt zur Enukleation des Auges infolge Sekundärglaukoms oder chronischer Uveitis mit nachfolgender Phthisis bulbi.(4,6,8,16,17,21,24,36,38,51)
Der frei beweglich im Glaskörper liegende magnetische Splitter soll immer durch die pars plana extrahiert werden. Für die Diskussion ergeben sich aber doch einige interessante Aspekte. Soll man zuerst inzidieren und dann den Magneten ansetzen, zur

Vermeidung einer weiteren Anschlagstelle, oder empfielt es sich zuerst durch Magnetzug den Splitter in die Gegend der pars plana zu bringen und dann zu eröffnen und zu extrahieren? Liegt der Splitter in der Bulbuswand vor dem Äquator, so stellt sich die Frage, ob eine Extraktion am Ort des Fremdkörpers oder durch die pars plana erfolgen soll, da die Ablatiogefahr an dieser Stelle sehr gering ist. Liegt der Splitter in der Bulbuswand hinter dem Äquator, so verbietet sich eine Extraktion am Ort.(16,24,36, 38,39,51) Nur wenn eine weitgehende Verletzung des vorderen Augenabschnittes vorliegt, mit sicherer Durchbohrung der Linse und wahrscheinlicher Verletzung des Ciliarkörpers, kommt der Extraktionsweg über die Vorderkammer in Betracht.(16,24,39)

Die Geschichte der Magnetextraktion aus dem hinteren Augenabschnitt hat mit zwei konkurrierenden Verfahren begonnen. 1877 führte Hirschberg die diasklerale Extraktion mit dem Handmagneten, 1892 Haab die vordere Extraktion mit dem Riesenmagneten ein. Die für heutige Verhältnisse ungewohnt erscheinende Methode von Haab war so zu erklären, daß einerseits die Hirschberg'sche Methode in der damaligen Zeit, ohne prophylaktische Diathermie und ohne Antibiotikaschutz durchgeführt wurde und der Magnet, der noch recht schwach war, weit diaskleral eingeführt werden mußte. Es kam daher gehäuft zu Komplikationen von Seiten der Netzhaut und des Glaskörpers. Andererseits war der oft durchschlagende Erfolg des Riesenmagneten so eindrucksvoll, daß Haab eine präoperative Fremdkörperlokalisation teilweise für überflüssig hielt und die naheliegende Überlegung nicht aufkam, daß der Weg eines im Glaskörper lokalisierten Splitters um die Linse herum in die Vorderkammer eigentlich recht kompliziert ist und mit erheblichen Verletzungen von Linse, Ciliarkörper und Iris verbunden sein konnte.(24,39) Allerdings blieb häufig die hintere Route erfolgreich, nachdem der vordere Weg versagt hatte.(36)

b) Der nicht-magnetische Fremdkörper:
Die Entfernung der oft große Schwierigkeiten bereitenden nicht-magnetischen Fremdkörper erfordert in jedem Einzelfall gründliche Überlegung und Anpassung der Operationsmethode an die gegebene Situation.(15,22) Die Notwendigkeit der Extraktion ist abhängig von dem funktionellen Zustand des Auges. Es ist demnach überflüssig den Fremdkörper zu entfernen, wenn die anatomischen Schäden eine Wiederherstellung des Sehvermögens ausschließen. Im allgemeinen kann man davon ausgehen, daß ein amagnetischer Fremdkörper über $1mm^3$ das Auge funktionell verloren sein läßt.(8) Die Entscheidung ob ein nicht-magnetischer Fremdkörper, vor allem des hinteren Segmentes, entfernt werden sollte, ist nicht leicht zu fällen. Sie beruht auf einer Abwägung der Risiken der Extraktion und des Verweilens des Fremdkörpers im Auge, da häufig der durch die Operation angerichtete Schaden größer als der durch den Fremdkörper bedingte ist.(14,47) Soweit der Splitter vom Auge vertragen wird, also chemisch indifferent ist und durch seine Lage keine mechanische Schädigung hervorruft, kann man ihn belassen, wenn nicht eine besonders günstige Lage im Bulbus eine erfolgreiche Operation verspricht.(16)

Da unter den amagnetischen Fremdkörpern häufig solche sind, die röntgenologisch unsichtbar sind, kommen hin und wieder Patienten, bei denen der Fremdkörper schon lange Zeit im Auge unbemerkt verweilte, zur Untersuchung wegen verschiedenster Augenaffektionen, wie chronische Iridocyclitis, Katarakt, Makuladegeneration u.s.w. Bei dieser Untersuchung entdeckt man dann als Zufallsbefund einen intraokularen Fremdkörper.(7)
Die Extraktion amagnetischer Fremdkörper des anterioren Segmentes wird allgemein empfohlen. Die Prognose ist sehr gut.(23) Vorderkammerfremdkörper befinden sich häufig im Kammerwinkel, in dem sie mit Hilfe der Gonioskopie entdeckt werden können. Linsenfremd-

körper mit nur lokaler Katarakt sollten nicht entfernt werden. Fremdkörper, die in der Bulbuswand fixiert sind, können meist gut entfernt werden, da sie im Gegensatz zu den frei im Glaskörper beweglichen dem Greifinstrument nicht ausweichen. Diese im Glaskörper befindlichen Fremdkörper sind am schwierigsten zu entfernen.(7)
Nach Jänsch (15) ist bei klarer Linse die Entfernung eines amagnetischen Splitters im hinteren Segment unter ophthalmoskopischer Kontrolle möglich, wobei die Transillumination eine große Hilfe darstellt. Nach Neubauer (22) können Corpusfremdkörper durch Ansaugen unter ophthalmoskopischer oder radiologischer (Stereo-Röntgen) Kontrolle entfernt werden. Wenn es sich um multiple Splitter handelt, ist die Extraktion gegen das erhebliche Risiko der operativen Traumatisierung abzuwägen.(8) Man muß bei den therapeutischen Überlegungen auch die Gefahren des Zeitabwartens und der Extraktion gegenüberstellen. Außer bei Kupfer kommt es nicht zu einer chemischen Sofortwirkung. Aber die Primärinfektion ist sehr zu fürchten. Nach dem vierten Tag ist deren Auftreten allerdings sehr unwahrscheinlich. Bei tolerierten Fremdkörpern müssen in viertel- bis halbjährigen Abständen ein Elektroretinogramm und Untersuchungen des Kammerwassers auf Kupferionen gemacht werden.(7)

Ein fundamentales Prinzip der Operation im hinteren Augenabschnitt ist die Stabilisierung des Augapfels, die bei Corpusverlust oder Corpusverflüssigung ein Kollabieren des Bulbus verhindern soll. Der Schnitt soll nicht zu klein und von einer Diathermie umgeben sein. Ein Operationsmikroskop erleichtert das atraumatische operieren sehr. Das Instrumentarium besteht aus den verschiedenst geformten Pinzetten, Spateln und Saugkanülen, mit denen die Fremdkörper gefaßt b.z.w. aspiriert werden.(23)
Von Machemer (20) wird bei nicht-magnetischen Fremdkorpern, die sich im eingebluteten Corpus befinden,

die Technik der pars-plana-Vitrektomie angewandt. Dabei wird mit einem einzigen Instrument, mit dem man in der pars plana eingeht, das Corpus zerschnitten und mitsamt dem Fremdkörper aspiriert. Gleichzeitig wird mit demselben Instrument über eine Glasfiberoptik das Augeninnere ausgeleuchtet. Falls die ophthalmoskopische Sicht durch eine Katarakt behindert ist, wird mit diesem Instrument zuerst die Linse entfernt. Nach Machemer besteht die Gefahr jedoch bei zu früher Vitrektomie in der intraokularen Blutung. Bei zu später Vitrektomie ist deren Zweck, eine Ablatioprophylaxe zu sein, nicht mehr erfüllt, da die Strangbildung im Corpus bereits eine Traktion der Netzhaut hervorgerufen haben könnte.

Im Zusammenhang mit der operativen Therapie stehen die Maßnahmen zur Verhütung der sekundären Netzhautablösung. Ursachen für die sekundäre Ablatio können ein Netzhautforamen, Corpusverlust, Corpusstränge und Aphakie sein. Glaskörperstränge entstehen sowohl im Schußkanal,als auch im Extraktionskanal, außerdem durch alte, ausgelaugte Blutungen. Als Ablatioprophylaxe kommen demnach die Diathermie der Ein- und Austrittspforte, die Eindellung oder Plombe, die Vitrektomie, sowie die prophylaktische Glaskörperverflüssigung in Frage.(11,13,20)

II) Konservative Therapie:

Die konservative Therapie wird zum einen angewandt, um eine Infektion abzuwehren, zum anderen, um die chemische Wirkung von Fremdkörpern, die aus irgendeinem Grund nicht entfernt werden können, zu neutralisieren.
Allgemein wird eine sofort eingeleitete Infektionsprophylaxe gefordert. Sie besteht in der Gabe von Antibiotica oder Sulfonamiden in allgemeiner (intramuskulärer) und lokaler (eventuell subconjunktivaler) Darreichungsform.(2,16) Bei Verdacht auf eine begin-

nende Infektion muß unverzüglich eine massive Behandlung (eventuell Dauertropfinfusion) mit einem Breitbandantibioticum einsetzen, um einer sich rasch entwickelnden Panophthalmie vorzubeugen. Dabei sollte man auch an die Möglichkeit einer gefährlichen Pyocaeaneus-Infektion denken.(24) Kraft (17) berichtet, daß die in seiner Klinik durchgeführte prophylaktische Penicillinbehandlung das Auftreten von Infektionen zwar nicht verhindern konnte, die Intensität und damit letztlich auch die Enukleationsrate aber wesentlich verminderte. Shipman (44) fordert neben der antibiotischen Therapie noch die Gabe von Tetanus- und Gasbrandserum.
Eine medikamentöse Therapie gegen chemisch aktive Stoffe ist nur beim Kupfer möglich. Es werden in Fällen zurückgebliebener Kupfersplitter Chelatbildner, wie Penicillamin und Desferrioxamin verwendet. Die Wirkung von Natriumthiosulfat besteht darin, daß auf der Oberfläche des Kupfersplitters ein chemisch ziemlich träger Überzug von Schwefelkupfer entsteht, wodurch eine Verkupferung im Augeninnern verhindert wird.(47) Francois (7) empfielt drei Monate lang 900mg Penicillamin per os zu geben und danach die Dosis auf 600mg zu reduzieren. Diese Dosis gab er einem Patienten, der anfangs eine Kammerwasserkonzentration von 2,3mg% Kupfer hatte, für die Dauer von zwei Jahren, wobei ständig Blut- und Leberwerte, sowie die Nierenfunktion kontrolliert wurden. Danach sank der Kupferspiegel auf 0,06mg% , das Elektroretinogramm blieb in dieser Zeit unverändert. Die Wirksamkeit dieser Substanzen, deren lokale Applikation leider keine Erfolge zeitigte, ist im allgemeinen jedoch sehr gering. Außerdem besteht die Gefahr von systemtoxischen Nebenwirkungen an den blutbildenden Organen, Leber, Niere und Nervensystem. Den außerordentlich schnell verlaufenden Kupferschaden der Glaskörperstruktur medikamentös über die Netzhaut- und Aderhautgefäße beeinflussen zu können erscheint sehr fraglich.(24)

ERGEBNISSE:

Die Ergebnisse sind von den verschiedensten Faktoren abhängig, von Fremdkörpergröße und Fremdkörperlage und damit vom Ausmaß der intraokularen Zerstörung; ob es sich um magnetische oder amagnetische Fremdkörper handelt, von der vorangegangenen Verweildauer des Fremdkörpers im Auge bis zur Operation, schließlich auch von der medizinischen Entwicklung. Die Ergebnisse in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts konnten infolge fehlender Antibiotica und infolge eines relativ gröberen Instrumentariums nicht mit den späteren Ergebnissen konkurrieren. In der ersten Hälfte des Jahrhunderts zeigen die Statistiken über die Entfernung magnetischer Fremdkörper aus dem hinteren Augenabschnitt Mißerfolge zwischen 45 und 60% , wenn man die Fälle mit unbrauchbarem Visus, Amaurose und Verlust des Augapfels zusammenrechnet. Erst nach 1950 werden von einzelnen Autoren Zahlen bis hinab zu 35% gemeldet. Allgemein wird man sagen können, daß heute noch jedes dritte Auge unbrauchbar wird.(24)
Es sollen im Folgenden die Ergebnisse verschiedener Autoren in zeitlicher Reihenfolge angeführt werden. Es ist dabei nicht immer ein Vergleich möglich, da unterschiedlichen Faktoren der Vorrang eingeräumt wurde.

Rubinstein(38) 1954:
Er fand zwei große Gruppen heraus, erstens die Verletzungen mit guten Ergebnissen bis 6/12 und zweitens die mit schlechten ab 6/60, von denen die meisten nur mehr Handbewegungen und Lichtprojektion aufwiesen.

Voller Visus bis 6/12:	60,5%
6/18-6/36:	5,5%
ab 6/60:	34,0%

Kindel(16) 1955:
Das Merkmal ihrer Klassifikation war die visuelle Sichtbarkeit des Fremdkörpers. Die intraokularen

Fremdkörper, die der visuellen Betrachtung zugänglich waren, hatten erheblich bessere Resultate, als die visuell nicht sichtbaren, wohl deshalb, weil die sichtbaren Fremdkörper in die Gruppe der prognostisch günstigen Fremdkörper des anterioren Segmentes fallen, siehe Tabelle 4:

bis 5/10	5/15-5/50	ab 5/50	
45,2%	19,4%	35,4%	FK sichtbar
17,1%	2,9%	80,0%	FK unsichtbar

Tab. 4:

Levy(19) 1958:
Auch bei ihm gibt es zwei große Gruppen, 41,2% mit einem Visus von 6/9 und besser, 33,9% mit einem Visus von 6/60 und schlechter. Funktionell sind also ein Drittel der Augen als verloren anzusehen.

Voller Visus bis 6/9: 41,2%
6/12-6/24: 16,9%
6/36-6/60: 8,0%
ab 6/60: 27,9%
Amaurose : 6,0%

Kraft(17) 1962:
Seine Ergebnisse waren:

Voller Visus bis 5/50: 54,5%
ab 5/50: 27,0%
Amaurose : 18,5%

Er differenziert dieses Gesamtergebnis, indem er die Resultate von der Fremdkörpergröße abhängig macht. Die Ausmessung der Splitter erfolgte in mm^3, siehe Tabelle 5:

	bis 5/50	ab 5/50	Amaurose
bis 1mm^3	77%	20%	3%
1-2mm^3	70%	20%	10%
2-3mm^3	20%	80%	ø
3-4mm^3	74%	20%	6%
4-16mm^3	20%	40%	40%
über 16mm^3	15%	25%	60%

Tab. 5:

Die kritische Fremdkörpergröße beginnt, abgesehen von den schlechten Ergebnissen der Gruppe 2-3mm^3, ab einer Größe von 4mm^3.

Glees u. Kleinhans(10) 1962:
Ihre Ergebnisse beziehen sich nicht nur auf die intraokularen Splitterverletzungen, sondern auf sämtliche perforierenden Verletzungen.

Voller Visus bis 5/10:	40,7%
5/15-5/50:	9,1%
ab 5/50:	33,1%
Amaurose :	17,1%

Auch hier fällt die Gruppe der mittelmäßigen Visusergebnisse nur gering ins Gewicht.

Vancea u. Cernea(49) 1963:
Ihre Einteilung in Fremdkörper des vorderen und hinteren Segmentes bestätigte erneut die wesentlich schlechtere Prognose der Fremdkörper im hinteren Bulbusabschnitt, siehe Tabelle 6:

bis 1/10	ab 1/10	
87,0%	13,0%	Ant.Segm.
36,7%	63,3%	Post.Segm.

Tab. 6:

Bei den magnetischen Fremdkörpern hatten 55,5% gute Ergebnisse, bei den nicht-magnetischen nur 18%.

Chisholm(2) 1964:
Auch Chisholm teilt seine Ergebnisse auf in Verletzungen, bei denen der Fremdkörper im vorderen oder hinteren Segment lag, siehe Tabelle 7:

bis 6/12	6/18-6/36	ab 6/60	
44%	20%	36%	Ant.Segm.
38%	15%	47%	Post.Segm.

Tab. 7:

Hier sind die Ergebnisse bei Fremdkörpern im hinteren Segment nur wenig schlechter als bei denen im vorderen. Er vergleicht weiterhin die Ergebnisse der Fremdkörper im posterioren Segment bei unterschiedlichem Extraktionsweg, wobei die anteriore Route wesentlich schlechter abschneidet, siehe Tabelle 8:

bis 6/12	6/18-6/36	ab 6/60	
Ø	33,0%	67,0%	Ant.Route
48,5%	18,2%	33,3%	Post.Route

Tab. 8:

In Tabelle 9 werden Fremdkörper bei einem Gewicht bis 0,01mg als leicht, darüber als schwer betrachtet.

bis 6/36	ab 6/60	
81,3%	19,7%	Leichte FK
34,5%	65,5%	Schwere FK

Tab. 9:

Tabelle 10 zeigt den Einfluß von infizierten Fremdkörpern auf das Endresultat.

bis 6/36	ab 6/60	
76,4%	23,6%	Sterile FK
44,8%	55,2%	Infizierte FK

Tab. 10:

Stankovic(45) 1965:
Seine Gesamtresultate waren:

Voller Visus bis 5/10: 28,7%
5/12-5/50: 15,1%
ab 5/60: 56,2%

Der Vergleich von Aufnahmevisus mit den Endresultaten ergab in 14% eine Visusverbesserung und in 10% eine Visusverschlechterung. Wenn man die Endergebnisse in Beziehung setzt zum Eintrittsort der Fremdkörper, so ergibt sich folgendes Bild, siehe Tabelle 11:

bis 5/10	5/12-5/50	ab 5/60	Amaurose	
28,0%	16,0%	49,0%	7,0%	HH
33,2%	13,5%	39,8%	13,5%	Limbus
32,4%	16,0%	42,2%	9,4%	Sklera

Tab. 11:

Eine größere Differenz zwischen den einzelnen Verletzungsarten besteht hierbei nicht.
Die Abhängigkeit der Fremdkörpergröße (in mm) vom Endresultat zeigt die Tabelle 12:

	bis 5/10	5/12-5/50	ab 5/60	Amaurose
bis 1mm	68,2%	7,0%	17,8%	7,0%
1-2mm	28,0%	21,0%	51,0%	Ø
2-3mm	32,7%	18,2%	47,1%	2,0%
3-4mm	22,0%	17,2%	53,2%	7,6%
4-10mm	15,7%	6,8%	50,8%	26,7%
über 10mm	Ø	Ø	75,0%	25,0%

Tab. 12:

Die Tabelle 12 bestätigt, daß die Sehschärfe im umgekehrten Verhältnis zur Größe des Fremdkörpers steht.

Neubauer(24) 1965:
Bei magnetischen Glaskörpersplittern fand er folgende Resultate:

Voller Visus bis 5/10: 54%
5/15-5/35: 10%
ab 5/50: 35%

Auch hier bestehen wieder die beiden großen Gruppen der guten und unbrauchbaren Sehschärfen.
Tabelle 13 zeigt die Beziehung zwischen Fremdkörpergröße (in mm^2) und Visus:

	bis 5/10	5/15-5/20	ab 5/50
bis $2mm^2$	88%	8%	4%
$2-5mm^2$	70%	5%	25%
$6-10mm^2$	64%	9%	27%
über $10mm^2$	15%	Ø	85%

Tab. 13:

Man erkennt deutlich die Verschlechterung der Behandlungsresultate mit zunehmender Splittergröße. Die kritische Fremdkörpergröße liegt hier bei $10mm^2$.

Francois(8) 1966:
Die Resultate seiner Untersuchung beziehen sich ausschließlich auf nicht-magnetische Fremdkörper. Leider gibt er keine Zahlen die Sehschärfe betreffend an. Amagnetische Fremdkörper im vorderen Bulbusabschnitt ergaben in 90,4% der Fälle gute Resultate, in 9,6% Mißerfolge. Im hinteren Abschnitt ergaben sich nur in 60,9% gute Resultate, dagegen in 39,1% Mißerfolge. Die ungünstigsten Resultate werden bei kupferhaltigen Glaskörpersplittern gefunden.

Cridland(4) 1967:
In 56% der Fälle hatte er eine Sehschärfe von 6/12 und besser erreicht. Die Resultate bei Extraktion über die vordere Route waren die gleichen wie die über die hintere Route.

Neubauer(23) 1972:
In 14,1% der nicht-magnetischen Fremdkörper kam es zu einer Visusverbesserung, in 7,4% zu einer Visusverschlechterung, bezogen auf den Aufnahmevisus. Die Endresultate der nicht-magnetischen Fremdkörper waren:

Voller Visus bis 6/10:	47,1%
6/12-6/20:	6,5%
ab 6/30:	42,7%
Amaurose :	3,7%

Wenn man die Kupfersplitter im Glaskörper allein betrachtet, so kam er zu folgendem Ergebnis:

Voller Visus bis 6/12:	34%
Voller Visus bis 6/20:	43%

Wenn man die Resultate von Endvisus zur Aufenthaltsdauer der Fremdkörper im Augeninneren in Beziehung setzt, entstehen zwei charakteristische Gruppen. Zum einen die Gruppe der weniger guten Resultate. Es handelt sich fast ausschließlich um Splitter im Glaskörper, die mehr als fünf Tage im Auge waren. Zu dieser Gruppe gehören übrigens auch die schweren Primärverletzungen. Zum anderen die Gruppe der befriedigenden Ergebnisse. In dieser Gruppe sind vor allem die Fremdkörper des vorderen Segmentes. Die Aufenthaltsdauer liegt zum größten Teil innerhalb von einem Monat.

Percival(33) 1972:
Er setzte den Endvisus in Beziehung zur Lage des Fremdkörpers und gab Zahlen für die beiden großen Gruppen der Endsehschärfe an, da es nur wenige Patienten mit einer Endsehschärfe zwischen 6/12 und 6/60 gibt, siehe Tabelle 14:

bis 6/12	ab 6/60	
88%	6%	VK, HK, Iris
81%	6%	CK
65%	24%	Linse
52%	40%	GK
51%	28%	Sklera

Tab. 14:

Die schlechte Prognose der Fremdkörper im hinteren Augenabschnitt erklärt sich durch die Tatsache, daß die Fremdkörper groß und von ausgedehnten Hämorrhagien begleitet waren. Tabelle 15 zeigt, daß die Prognose mit zunehmender Fremdkörpergröße (in mm^3) schlechter wird.

	bis 6/9	Fingerzählen und schlechter
bis 1mm^3	78%	6%
1-15mm^3	44%	27%
über 15mm^3	9%	71%

Tab. 15:

Eine langfristige Verfolgung der Visusergebnisse entlassener Patienten zeigt keine Verschlechterung des Sehvermögens mit verlängerter Folgezeit. Fremdkörper der Vorderkammer waren bei der folgenden Tabelle ausgeschlossen, da meistens alle zu guten Resultaten tendierten.

	bis 6/12	ab 6/60
bis 1J.	65%	25%
1-3J.	49%	39%
3-7J.	51%	36%
7-10J.	68%	23%

Tab. 16:

Waubke(51) 1976:
In 63% der Fälle wurde ein Visus von 6/18 und besser erreicht. Wenn man aber die Ergebnisse im Vorderabschnitt und Hinterabschnitt vergleicht, zeigt sich, übereinstimmend mit anderen Statistiken, daß die Prognose im Vorderabschnitt außerordentlich gut ist. Hier lagen fast 90% über einem Visus von 5/15. Im hinteren Augenabschnitt lag die Quote für den brauchbaren Visus immerhin noch bei 53%. In 30% mußte ein schlechter Visus unter 5/25 beobachtet werden.

SPÄTKOMPLIKATIONEN:

1. Ablatio retinae:
Die Netzhautablösung kann manchmal in einem erheblichen zeitlichen Intervall auftreten. Bei im Auge verbliebenen Fremdkörpern stellte Percival (33) und Hollwich (13) einen Anstieg der Ablatiohäufigkeit nach einem Jahr fest. Als häufigste Ursache für die spät auftretende Ablatio retinae kommt die Glaskörperfibrose in Betracht.(51) Waubke (51) stellte eine Ablatiohäufigkeit von ca. 15% fest.

2. Sekundärglaukom:
Kammerwinkelveränderungen infolge narbiger Schrumpfung, Synechienbildung oder Verlegung durch Blut oder entzündliches Exsudat können zum Sekundärglaukom führen.(36)

3. Chronische Uveitis:
Nach Kraft (17) ist die chronische Uveitis neben der intraokularen Infektion die häufigste Enukleationsursache. Sie entsteht häufig durch Irritation des Ciliarkörpers.

4. Fremdkörpergranulom:
Bei retinierten Fremdkörpern, aber auch bei alten Blutungen, die zu Ablagerungen von Cholesterinkristallen geführt haben, kann es zu einer granulomatösen Reaktion mit Epitheloidzellen- und Riesenzellenbildung kommen.(36)

5. Phthisis:
Die Ursachen für die Atrophie des Augapfels sind Verletzungen des Ciliarkörpers mit nachfolgender Verminderung der Kammerwasserproduktion (15,39) , die akute eitrige Iridocyclitis mit Ausbildung eines Glaskörperabszesses, die chronische Uveitis, Glaskörperverlust höheren Ausmaßes, sowie die Chalkose, die zur Glaskörperverflüssigung und Hypotonie führen kann.

6. Sympathische Ophthalmie:
Vancea (49) stellte bei seinen Fällen eine Häufigkeit von nur 1,2% fest.

7. Metallose:
Als Metallose werden die Schäden durch chemisch aktive Metalle, wie Eisen und Kupfer, bezeichnet. Toxisch wirkt nicht die elementare, sondern die ionisierte Form. Das Ausmaß der Toxizität hängt unter anderem von der Oxydationsgeschwindigkeit ab, d.h. von der Sauerstoffkonzentration der Gewebe. Ein im Glaskörperzentrum liegender Metallsplitter ist z.B. weniger toxisch, als ein in der Glaskörperperipherie liegender, da die Sauerstoffkonzentration im Zentrum geringer ist. Weiter hängt das Ausmaß der Schädigung von der Oberflächengröße und der Verweildauer im Auge ab. Die Metallose der Retina kann frühzeitig, d.h. vor einer morphologischen und funktionellen Schädigung, durch das Elektroretinogramm und das Elektrookulogramm erkannt werden. Das Elektroretinogramm mißt die plötzlichen Potentialschwankungen der Photorezeptoren bei Belichtung. Das pathologische ERG erkennt man zuerst an der Erniedrigung der beta-Welle. Solange die beta-Welle nur geringfügig erniedrigt ist, ist der Schaden noch reversibel. Das EOG mißt die langsamen Potentialdifferenzen bei Licht und Dunkelheit. Beim pathologischen EOG ist das Hell-Dunkel-Verhältnis vermindert. Noch frühere Veränderungen als das ERG soll eine von Belkin (1) entwickelte Methode zeigen. Er mißt die Konzentration von Schwermetallen mit Hilfe einer Röntgen-Emissions-Spektroskopie.

a) Siderosis:
Wird ein Eisensplitter nicht eingekapselt, so diffundieren Eisenionen in das umgebende Gewebe. Eisenionen werden bevorzugt zellulär gefunden, nämlich in Muskelzellen (Iris), Linsenepithel, Ciliarkörperepithel und Neuroepithel. Die Iris wird braun verfärbt, es kommt zur Störung der Pupillenreaktion durch Schädigung des m. sphinkter pupillae, in der

Linse treten braune Flecken im Epithel und subkapsulär auf. Durch Schädigung des Ciliarkörperepithels kann es zur Hypotonie, durch Verstopfung des Trabekelwerkes zum Sekundärglaukom kommen.(50) Die Schädigung der Netzhaut, die, wenn sie sich schon morphologisch zeigt, irreversibel ist, äußert sich in fortschreitender, konzentrischer Gesichtsfeldeinengung, Nachtblindheit und Verfall des zentralen Sehvermögens.(15,36) Es kann so nach Monaten oder Jahren zur völligen Erblindung kommen.(6) Kleine Splitter können sich vollständig auflösen, sodaß man sie nach längerer Zeit nicht mehr nachweisen kann, obwohl die Zeichen der Siderose bestehen. (13,49)

b) Chalkosis:
Neben den akuten Wirkungen von Kupfer schädigt ein lange im Auge verbliebener Kupfersplitter das Auge unter dem Bilde der Chalkose. Kupferionen haben eine besondere Affinität zu den Basalmembranen des Auges. Es kommt zur Ringtrübung der Außenteile der Descemet'schen Membran nach Art des Kayser-Fleischer'schen Ringes bei der hepato-lentikulären Degeneration (Morbus Wilson), zur "Sonnenblumenkatarakt", die unter der vorderen Linsenkapsel liegt und zu Ablagerungen in der Netzhaut, besonders im Zentrum: gelbe, unregelmäßig gestaltete Herde in kranzartiger Anordnung um die Macula.(15,36,50) Durch Hemmung der Carboanhydrase durch Kupferionen kommt es weiterhin zur Hypotonie des Bulbus, durch Reduktion der Ascorbinsäure zur Glaskörperverflüssigung. Die letztere Reaktion erkennt man an der Erhöhung der freien Aminosäuren im Corpus.(6,40)

PROGNOSE:

Prognostische Erwägungen betreffen sowohl die Sehfunktion, als auch die Möglichkeit der Erhaltung des Augapfels. In den meisten Fällen kann man das Resultat des Sehvermögens bereits nach 2-3 Monaten

einschätzen.(36) Eine der wichtigsten Faktoren für die Prognose stellen Größe und Gewicht der Fremdkörper dar. Kleine Fremdkörper haben eine günstige Prognose. Späte Komplikationen sind dabei ungewöhnlich. Wenn das Auge sich vom Unfall erholt hat, bleibt das Sehvermögen noch nach langfristiger Kontrolle gut.(33) Die Verletzungen sowohl beim Eindringen in den Bulbus, als auch bei der Extraktion sind bei den großen Fremdkörpern stärker. In engem Zusammenhang steht auch die Tatsache, daß Fremdkörper im posterioren Segment eine deutlich schlechtere Prognose haben, als solche im anterioren Segment, da schwere und große Fremdkörper infolge der größeren Bewegungsenergie tiefer in das Auge eindringen und schwereren Schaden stiften. Die schlechteste Prognose haben Fremdkörper im Corpus und Uvealtrakt (außer Iris), die meist von ausgedehnten Hämorrhagien begleitet sind. Fremdkörper im Ciliarkörper können zu chronischer Uveitis und pathologischen Veränderungen des Augeninnendruckes führen.(23,33,36) Einen weiteren Einfluß auf die Prognose hat die Infektiosität der Fremdkörper. Der entscheidende Rückgang der Enukleationsrate mit dem Aufkommen der antibiotischen Therapie hängt damit zusammen.(24,37) Ein Aufschub der Extraktion verschlechtert auch die Prognose, da man feststellen kann, daß nach etwa 24 Stunden die Infektionsgefahr steil ansteigt.(33) Umgekehrt sind Splitter, die beim Vorgang des Hämmerns entstehen, meist durch Selbsterhitzung steril geworden und haben deshalb bessere Sehresultate zur Folge.(6,36) Mit dem Aufschub der Extraktion steigt auch die Gefahr der Netzhautablösung, sodaß auch von diesem Gesichtspunkt aus eine möglichst frühzeitige Entfernung des Fremdkörpers wichtig erscheint. Weiterhin hängt die Prognose vom Material des Fremdkörpers ab. Chemisch indifferente Stoffe heilen meist reizlos ein. Oxydierbare Stoffe dagegen wie Eisen und Kupfer schädigen das Auge im Sinne einer Metallose. Kupfer hat dabei die schlechteste Prognose.(33,36)

Percival (33) berichtet über einen Fall von Kupferschädigung, bei dem schon nach zwei Wochen das Auge durch Panophthalmie und stark reduziertes ERG zerstört war. Die Prognose verschlechtert sich auch, wenn infolge von Spätkomplikationen das anfänglich erreichte Resultat möglicherweise zunichte gemacht wird. Zu den gefährlichsten gehören die Ablatio retinae, hervorgerufen durch Glaskörperstränge nach intravitrealen Blutungen und das Sekundärglaukom, welches aus verschiedenen Gründen entstehen kann, meist jedoch durch vordere Synechien im Kammerwinkel, die möglicherweise durch die kurzzeitige Aufhebung der Vorderkammer zum Zeitpunkt der Verletzung zustande kommen.(36)

PROPHYLAXE:

Einige Forderungen, die zur Unfallverhütung aufgestellt werden sollten, sind: Kleinkinder sollten nicht unbeaufsichtigt bleiben, vor allem, wenn für sie Gegenstände erreichbar sind, die Anlaß zur Verletzung geben können. Größere Kinder müßten über die richtige Handhabung von scharfen und spitzen Gegenständen wiederholt unterrichtet und auf die damit verbundenen Gefahren aufmerksam gemacht werden. Das Spielen mit Schußwaffen, insbesondere mit Pfeilen und explodierendem Material, wie z.B. Feuerwerkskörpern, wäre zu verbieten.(48) Der jugendliche Berufstätige, für den wegen der geringen Erfahrung, Ungeschicklichkeit und Unbedachtsamkeit eine erhöhte Gefährdung besteht, müßte die Betriebe zu besonderer Vorbeugung veranlassen. Hierzu gehört eine gute Unterweisung beim Umgang mit den Arbeitsgeräten, eine besondere Aufsicht und ein vermehrter Schutz der Augen durch Schutzbrillen.(12)

Eigene Untersuchungen

KRANKENGUT:

Es wurden 58 Patienten mit intraokularen Fremdkörperverletzungen untersucht, die im Zeitraum von 1953 bis 1976 in der Augenabteilung des Städtischen Krankenhauses Neukölln stationär behandelt wurden. Verwertet wurden die Krankengeschichten, sowie die Befunde eigener Nachuntersuchungen. Als Einzugsgebiet diente ein großer westberliner Bezirk.

HÄUFIGKEIT UND ALTERSVERTEILUNG:

Was die Häufigkeit der intraokularen Fremdkörperverletzungen angeht, wurde eine gute Übereinstimmung mit den Resultaten aus den verschiedenen Literaturstellen gefunden.
Sämtliche Fälle wurden in vier Gruppen zu fünf Jahren aufgeteilt, wie Abbildung 2 zeigt:

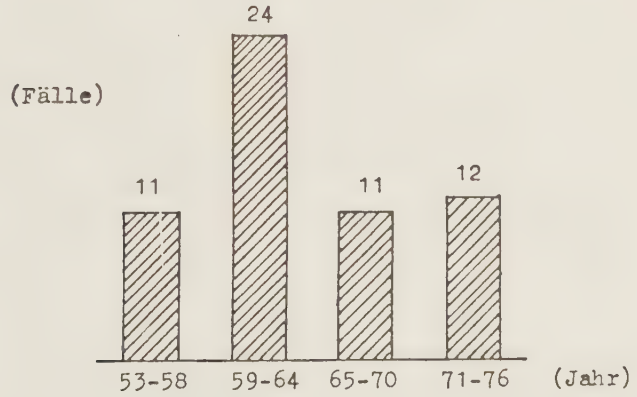


Abb. 2:

Mit Ausnahme der Jahre 1959 bis 1964, in denen etwa doppelt so viele Fälle vorkamen, verteilen sich die Unfallzahlen gleichmäßig.

56 Patienten, das sind 96,5% waren männlichen Geschlechts. In 41,5% der Fälle war das rechte Auge betroffen, was einem Verhältnis rechts zu links von 0,7 entspricht. Das linke Auge hat also die etwas größere Unfallexposition.
In 5,5% war das bessere Auge betroffen, in 3,6% das schlechtere, in 90,9% waren beide Augen vor dem Unfall gleich gut gewesen.
Abbildung 3 zeigt die Abhängigkeit der Verletzungshäufigkeit vom Alter der Patienten.

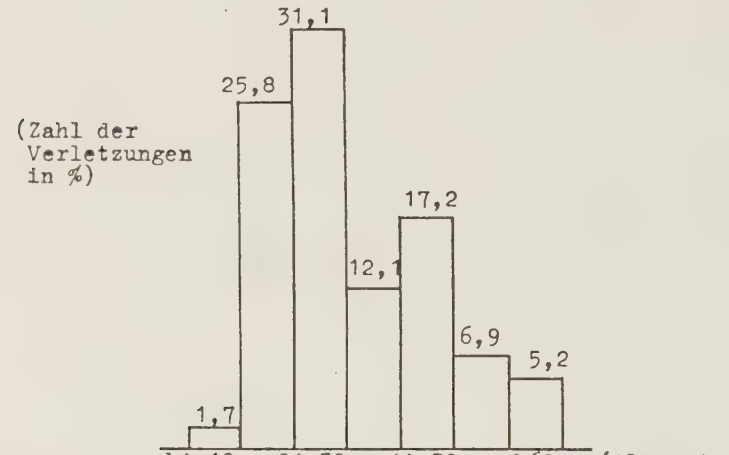


Abb. 3:

Den höchsten Anteil an den Verletzungen hatten die 21-30 Jährigen mit 31,1% , gefolgt von den 11-20 Jährigen mit 25,8%. Mit fast zweidrittel aller Verletzungen überwogen also deutlich die Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Einen im Verhältnis zu den übrigen Altersgruppen relativ hohen Prozentsatz von 17,2% hatten aber auch die 41-50 Jährigen.

VERLETZUNGSURSACHEN:

Bestätigt wurde, daß die Arbeitsunfälle die häufigste Unfallursache darstellen. Als weitere Ursachen kamen die Unfälle bei der Hausarbeit, durch Windschutzscheibensplitter bei Verkehrsunfällen, bei der Gartenarbeit, beim Spiel, im Schulunterricht, sowie durch Kriegsverletzung (Granatsplitter) vor. Verletzungen der Augen durch Windschutzscheiben bei Autounfällen kommen an sich sehr viel häufiger vor, führen aber nur in seltenen Fällen zu intraokularen Fremdkörperverletzungen. Es handelt sich dabei meistens um mehr oder weniger schwere Schnittverletzungen und Perforationen und weniger um das Problem der Entfernung intraokular verbliebener Fremdkörper.
Tabelle 17 gibt eine Übersicht über die einzelnen Unfallarten:

Unfallart	Anzahl	Prozent
Arbeitsunfälle	45	77,6%
Hausarbeit	4	6,9%
Gartenarbeit	1	1,7%
Spiel	1	1,7%
Schulunterricht	1	1,7%
Autounfälle	3	5,2%
Kriegsverletzung	1	1,7%

Tab. 17:

Wenn man die Arbeitsunfälle weiter in einzelne Berufsbereiche aufgliedert, so findet man die höchste Unfallhäufigkeit bei den metallverarbeitenden Berufen, nämlich in 46,5%. Die Aufteilung in weitere Berufsbereiche zeigt Tabelle 18:

Berufe	Anzahl	Prozent
Metallverarbeitende	27	46,5%
Steinbearbeitende	7	12,1%
Holzverarbeitende	1	1,7%
Elektrotechnische	2	3,4%

Tab. 18:

Eine Übersicht über sämtliche Berufe, die mit der Verletzung in ursächlichen Zusammenhang gebracht werden konnten, zeigt, daß die Schlosser mit 17% aller Unfälle die Spitze einnehmen:

Schlosser:	10
Werkzeugmacher:	5
Arbeiter:	4
Maurer:	3
Mechaniker:	3
Monteure:	2
Dreher:	2
Bauarbeiter:	1
Wickler:	1
Montageinspektor:	1
Ingenieur:	1
Stahlarbeiter:	1
Kraftfahrer:	1
Schmied:	1
Elektroschweißer:	1
Steinmetz:	1
Betonbauer:	1
Elektriker:	1
Eisenflechter:	1
Gärtner:	1
Zimmerer:	1

Die Tätigkeit, bei der es zur Verletzung kam, war in überwiegender Mehrheit die Arbeit mit dem Hammer, nämlich in 48,2%. In dieser Gruppe war die Arbeit mit Hammer und Meißel mit 10,3% sämtlicher Verletzungen, übereinstimmend mit den Angaben verschiedener Autoren, der Hauptanteil. Beim Bohren kam es in 6,9% , beim Holzhacken in 5,2% und beim Stanzen in 3,4% zur intraokularen Fremdkörperverletzung.

FREMDKÖRPERMATERIAL:

Wie zu erwarten waren die meisten Fremdkörper magnetisch, nämlich 76,8%. Unter den restlichen nichtmagnetischen Splittern waren Kupfer-, Glas-, Aluminiumsplitter, sowie Fremdkörper aus unbekanntem Material zu finden, wie Abbildung 4 darstellt:

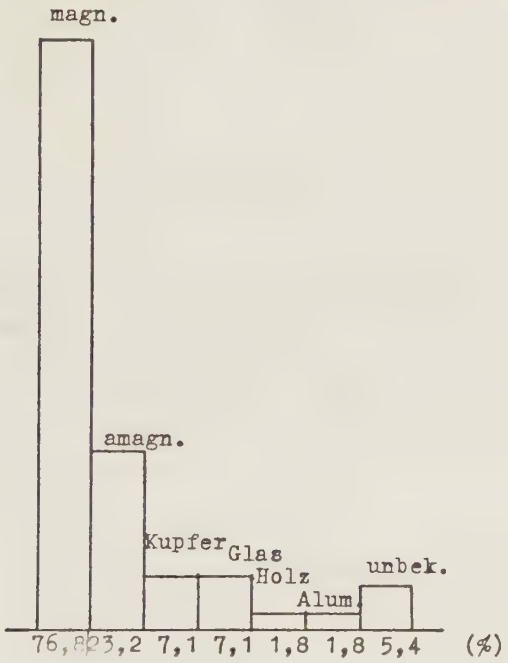


Abb. 4:

Metallisch insgesamt waren 91%.

EINTRITTSORT:

In 74% kam es zur Perforation der Hornhaut, in 18,6% drangen die Fremdkörper durch die Sklera ein, in 7,4% im Bereich des Limbus corneae, siehe Abbildung 5:

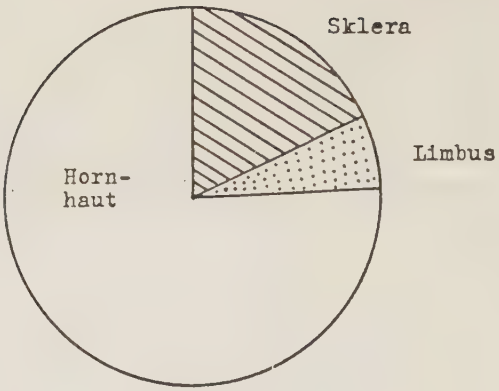


Abb. 5:

GRÖSSE UND LAGE:

Abbildung 6 gibt die Abhängigkeit der Verletzungshäufigkeit von der Fremdkörpergröße wieder. Daraus ist zu ersehen, daß die meisten Fremdkörper eine Größe bis zu 3mm^2 haben. Es waren in dieser Größenordnung fast ausnahmslos magnetische Splitter.

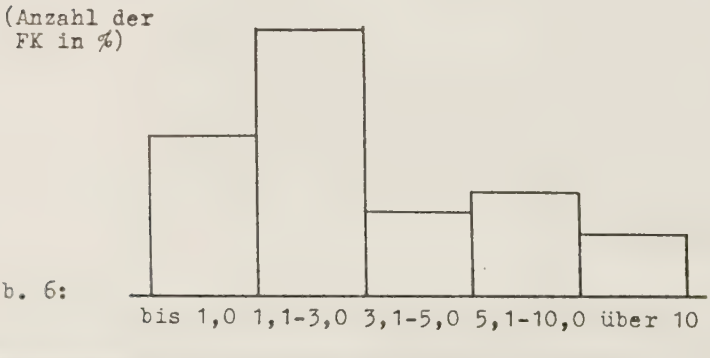


Abb. 6:

Nachstehend eine Aufstellung sämtlich gefundener Fremdkörpergrößen und ihre Verletzungshäufigkeit. Wie ersichtlich kamen die Fremdkörper mit 2mm^2 Größe in unserem Krankengut am häufigsten vor.

mm^2		mm^2	
0,3	: 1	5,0	: 1
0,4	: 1	5,5	: 1
0,5	: 3	6,0	: 2
0,7	: 3	7,0	: 1
1,0	: 5	8,0	: 3
1,5	: 4	10,0	: 1
2,0	:13	11,3	: 1
2,5	: 2	15,8	: 1
3,0	: 2	21,0	: 1
4,0	: 4	27,0	: 1
4,5	: 2	60,0	: 1

Am häufigsten, nämlich in ein drittel der Fälle, lagen die Fremdkörper im Glaskörper. Wenn man die gesondert aufgeführten Fremdkörper, die praeretinal gelegen waren, mitzählt, kommt man auf einen Prozentsatz von 43,9% an Glaskörpersplittern. Im posterioren Segment lagen zwei drittel der Fremdkörper. Diese Zahl liegt geringfügig unter denen in der Literatur. Abbildung 7 zeigt die prozentuale Aufteilung sämtlicher intraokularer Fremdkörper in Bezug auf ihre Lage.

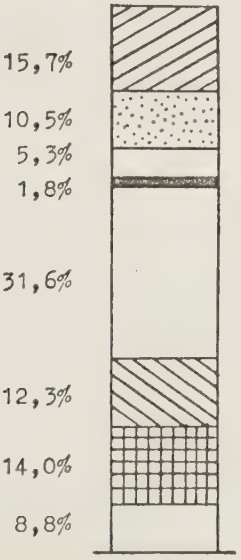


Abb. 7:

In Tabelle 19 ist die Abhängigkeit von Fremdkörpergröße (in mm^2) und Fremdkörperlage dargestellt. Man erkennt, daß mit der Größenzunahme der Fremdkörper auch die Eindringtiefe zunimmt.

	VK	Iris	Linse	CK	GK	praeret.	NH	Sklera	gesamt
bis $1mm^2$	3	2	ø	ø	5	ø	2	1	13
$1,1-3mm^2$	4	3	1	ø	7	2	3	1	21
$3,1-5mm^2$	ø	1	ø	ø	2	2	1	1	7
$5,1-10mm^2$	2	ø	ø	1	3	2	ø	ø	8
über $10mm^2$	ø	ø	1	ø	1	1	1	1	5
gesamt	9	6	2	1	18	7	7	4	

Tab. 19:

BEHANDLUNGSBEGINN:

Am selben Tag kamen 59% der Patienten zur Aufnahme, am darauffolgenden Tag weitere 9,3%. Innerhalb der ersten Woche nach der Verletzung kamen bereits 77,6% in die Klinik. Die längste Zeit, die ein Fremdkörper im Auge verblieben war, fanden wir in unserem Krankengut mit 34 Jahren. Das durch einen Granatsplitter im Krieg verletzte, blinde Auge mußte wegen Verdachtes einer sympathischen Ophthalmie enukleiert werden.
Folgende Aufstellung zeigt die prozentuale Verteilung des Behandlungsbeginnes:

Heute : 59,0%
Gestern : 9,3%
1. Woche : 9,3%
2. Woche : 1,9%
6. Monat : 9,3%
1. Jahr : 3,7%
2. Jahr : 3,7%
10. Jahr : 1,9%
34. Jahr : 1,9%

KASUISTIK:

Hier sollen nur die interessantesten Fälle aufgeführt werden.
Sämtliche Abbildungen haben einen Maßstab von 1:1.

Die ersten beiden Fälle zeigen die gute Verträglichkeit von lange im Bulbus verbliebenen Fremdkörpern.

1) Patient: Ba., M. geb. 22.8.32

Angeblich seit 10 Jahren ein Fremdkörper im Auge. Die Ursache ist nicht bekannt. Seit einem halben Jahr bemerkte der Patient einen roten Schimmer vor dem rechten Auge. Es besteht volles Sehvermögen. Bei 3 Uhr hängt ein metallischer Fremdkörper in der Iris mit lokaler Rarefizierung des Stromas. An der entsprechenden Stelle ist die Linse lokal getrübt. Sonst keine weitere Schädigung des Auges. Die Entfernung des amagnetischen Splitters mit der Pinzette erfolgte am 2.7.71. Postoperativ blieb der Visus weiterhin voll.

2) Patient: Be., He. geb. 27.5.43

Am 24.10.61 sprang der Patientin beim Wickeln von Spulen in der Transformatorenfabrik ein Stück Kupferdraht gegen das rechte Auge. Es bestand volles Sehvermögen. Perforationswunde bei 4 Uhr am Limbus, aus der ein 1cm langes Stück Kupferdraht ragt. Der Fremdkörper spießt bei 4 Uhr die Iris an. Beim Herausziehen des Fremdkörpers bleibt die Lackhülle des Drahtes in der Vorderkammer zurück. Daraufhin wird die Vorderkammer ab externo geöffnet. Beim Versuch mit der Pinzette die Lackhülle zu fassen, zerbröckelt

sie, sodaß nur ein Teil entfernt werden kann. 15 Jahre später ergibt die Nachuntersuchung ein unverändert gutes Sehvermögen. Man sieht noch die zurückgebliebenen Lackreste im Hornhautparenchym und am Pupillarrand. Sie sind reaktionslos vom Auge toleriert worden.

Der dritte Fall schildert einen vergeblichen Versuch den Fremdkörper zu entfernen.

3) Patient: Br., B. geb. 3.10.47
Vor zwei Jahren angeblich beim Schleifen einen Eisensplitter ins linke Auge bekommen. Danach keine Beschwerden. Seit sieben Monaten leichte Sehverschlechterung. Am 25.4.76 wird der Patient wegen einer beginnenden Katarakt eingewiesen. Aufnahmevisus: 5/7p, NdI. In der Fundusperipherie sieht man im Corpus bei 1 Uhr einen kokonartig eingekapselten, mit der Bulbuswand verbundenen, auch röntgenologisch nachweisbaren Fremdkörper, etwa am Ansatz des m. obliquus superior. Der Magnetversuch unter ophthalmoskopischer Kontrolle ist positiv. Bei der Operation am Bett des Fremdkörpers folgt jedoch trotz mehrmaliger Versuche mit dem Riesenmagneten kein Fremdkörper. Noch keine Zeichen von Siderosis, da der Fremdkörper gut eingekapselt war. Der Patient hat sich einer Wiederholungsoperation (durch Flucht) entzogen. Bei einer nochmaligen Operation hätte man wahrscheinlich den Ansatz des m. obliquus superior vom Bulbus lösen und einen Teil der Bulbuswand mitsamt dem Fremdkörpergranulom resezieren müssen.

Der vierte Fall zeigt den fatalen Ausgang einer anfänglich nicht beachteten Fremdkörperverletzung.

4) Patient: Br., W. geb. 6.12.09

Vor einem Jahr flog dem Patienten beim Hämmern etwas gegen das rechte Auge. Seit zwei Monaten bemerkte er einen Schleier. Aufnahmevisus: 5/4p, NdI. Bei 2,30 Uhr

sieht man subconjunktival Rostreste und eine dunkle Stelle in der Sklera. Die Linse zeigt braun-grüne, subkapsuläre Plaques im Sinne einer Siderose. Fremdkörperextraktion aus dem Glaskörper am 27.7.56. Am 10.4.59 wird der Patient erneut aufgenommen, wegen einer maturen Katarakt und Sekundärglaukom (59 mm Hg). Aufnahmevisus: Lichtempfinden, Projektion von nasal fehlt. Es bestehen ein dichtes Epithelödem, multiple Descemetpräzipitate, die Vorderkammer ist flach, der Kammerwinkel völlig verlegt. Bei der Schlingenextraktion stellt sich heraus, daß die Linse luxiert war. Es wird eine totale Iridektomie wegen des Sekundärglaukoms geschnitten. Entlassungsvisus: 5/25, NdV. Katamnestisch erfuhren wir, daß das Auge zwei Jahre später erblindete, nachdem vorher noch eine Glaukomoperation versucht wurde. 1970 wurde das schmerzhafte Auge enukleiert.

5) Patient: Ho., J. geb. 12.10.42
Vor einer Stunde bekam der Patient durch ein vorüberfahrendes Auto einen Fremdkörper ins linke Auge geschleudert. Aufnahmevisus: Lichtschein, sichere Projektion. Die Hornhaut ist bei 7,30 Uhr perforiert. Die Linse ist weiß getrübt und gequollen. Lockere Linsenmassen hängen in die Vorderkammer. Tiefer kein Einblick möglich. Die Röntgenaufnahme zeigt einen ziemlich großen Fremdkörper im Corpus. Am 21.6.64 wird der Fremdkörper mit dem Riesenmagneten durch die Pupille in die Vorderkammer gezogen. Anschließend wird die Vorderkammer bei 12 Uhr mit der Lanze eröffnet. Nach Eingehen mit dem Handmagneten in die Vorderkammer wird der Fremdkörper entfernt. Im weiteren Verlauf quellen die Linsenmassen stark und beginnen sich etwas aufzulösen. Am 10.7.64 mußte jedoch eine Linsenablassung (mit der Zweiwegespritze) erfolgen. Entlassungsvisus: 5/7, NdII.

Fall 6 zeigt das erstaunlich gute Endresultat bei einer Verletzung mit einem sehr großen Fremdkörper.

6) Patient: Kr., H.-J. geb. 28.10.45

Beim Hämmern sprang ein längerer Nagel ab und durchbohrte das linke Auge. Der Patient kam sofort ins Krankenhaus. Aufnahmevisus: Lichtschein, sichere Projektion. Bei 9,30 Uhr steckt ein 3mm starker Stahlnagel, der mit dem Kopf 1cm aus der Sklera herausragt. 2cm befinden sich innerhalb des Auges. In der Vorderkammer und im Glaskörper befindet sich viel Blut. Nach Herausziehen des Nagels sieht man ein großes Loch in der Sklera, aus dem Corpus hervorquillt. Auf der Röntgenaufnahme war kein Fremdkörper mehr nachweisbar. Der Magnetversuch fiel negativ aus. Es folgte Wundschluß und Diathermie. Bei Entlassung betrug der Visus bereits 5/20. Bei Nachuntersuchungen vier und sechs Jahre nach dem Unfall betrug der Visus jeweils 5/7.

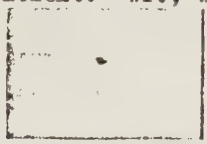
Fall 7 zeigt den komplizierten Verlauf bei einem Auge, dessen Fremdkörper nicht entfernt werden konnte.

7) Patient: We., W. geb. 3.9.47

Der Patient hatte mit dem Hammer ein Kugellager von einer Metallwelle abgeschlagen. Dabei flog ihm ein Fremdkörper ins linke Auge. Aufnahmevisus: 5/7p, NdI. Bei 3 Uhr parazentrale Perforationsstelle in der Hornhaut. Die Iris ist bei 3 Uhr am Pupillarrand zerrissen, die Linsenkapsel dort eingerissen, mit Austritt von quellenden Linsenmassen. Beginnende hintere Schalentrübung. In der Fundusperipherie bei 3 Uhr eine stärkere Netzhautblutung. Ein Fremdkörper kann nicht gesehen werden. Nach der Comberg-Aufnahme liegt der Fremdkörper höchstwahrscheinlich in der Sklera bei 5 Uhr. Am 23.11.74 erfolgt ein vergeblicher Versuch den Fremdkörper zu entfernen. Entlassungsvisus: 5/4, NdI. Etwa ein Jahr später,

am 19.9.75 erfolgt eine erneute Aufnahme wegen einer Corpusblutung. Aufnahmevisus: Lichtschein, sichere Projektion, Fingerzählen in 15cm. Der Befund zeigt eine Hornhautnarbe bei 3 Uhr, eine hintere Synechie bei 3 Uhr, eine lokale vordere Kapseltrübung der Linse bei 3 Uhr, sowie eine inzwischen dichte hintere Schalentrübung. Der Glaskörper ist diffus eingeblutet. Innerhalb von zweieinhalb Monaten resorbiert sich das Blut soweit, daß ein Sehvermögen von 5/25p, NdIX besteht. Infolge zunehmender Linsentrübung verschlechtert sich der Visus jedoch wieder auf 1/20, NdXII am 17.5.76. Am Fundus sieht man eine Netzhautfalte, von der Papille zum Fremdkörperbett ziehend. Keine Zeichen von Siderosis.

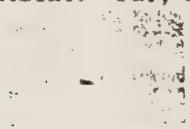
8) Patient: Wr., W. geb. 22.9.33



Seit zehn Jahren ist das Sehvermögen auf dem rechten Auge angeblich schlechter. Seit sechs Jahren besteht eine Katarakt. Vor einem halben Jahr wurde vom Augenarzt eine Röntgenaufnahme angefertigt, wobei ein Fremdkörper festgestellt wurde. Darauf erfolgte Einweisung in eine andere Klinik, die angeblich einen positiven Magnetversuch ausführte. Am 5.3.62 wurde der Patient wegen Sekundärglaukoms und Katarakt bei uns aufgenommen. Aufnahmevisus: 0,5/35. Tensio:64mm Hg. Der Befund war gekennzeichnet durch ein Epithelödem, eine Perforationsnarbe bei 5 Uhr vom Hornhautzentrum zur Peripherie ziehend, eine flache Vorderkammer, eine zarte Kernsklerose und eine Rindentrübung. Mit Hilfe der Comberg-Aufnahme wurde der Fremdkörper bei 3 Uhr in der Sklera ciliarkörpernah lokalisiert. Am 6.3.62 wurde der Fremdkörper mit dem Handmagneten auf posteriorem Wege extrahiert. Da der Augendruck weiter erhöht blieb, erfolgte am 10.4.62 eine Cyclodiathermiepunktur, wonach sich der Druck wieder normalisierte. Entlassungsvisus: 1/25p,NdXI.

Katamnestisch in den nächsten Jahren immer wieder rezidivierende Druckanstiege und zunehmende Katarakt. Mangelhafte augenärztliche Überwachung durch Indolenz des Patienten. Am 11.10.66 intrakapsuläre Schlingenextraktion und Glaukomiridektomie. Histologisch konnte keine Eisenpigmentablagerung in der Linse festgestellt werden. Der Blick zum Fundus zeigte nun einen terminal excavierten Opticus. Das Sehvermögen lag bei 1/15, NdX, das Gesichtsfeld wies nur mehr eine temporale Insel auf.

9) Patient: Pä., M. geb. 29.6.40



Vor vier Monaten flog dem Patienten beim Drehen ein Metallspan gegen das linke Auge. Anschließend wurde die Verletzung in einer Praxis als Erosio corneae behandelt. Der Patient klagte aber weiter, er sehe immer einen schwarzen Punkt. Vor zwei Monaten trat dann spontan eine Mydriasis auf, außerdem bemerkte der Patient eine Sehverschlechterung. Er kam deshalb am 11.11.61 in die Klinik. Eine mitgebrachte Röntgenaufnahme zeigte einen verdächtigen metalldichten Schatten in der linken Orbita, der vom Röntgenologen als Folienfehler mißdeutet worden ist. Es erscheint uns deshalb wichtig, daß der Augenarzt selber die Röntgenaufnahmen beurteilt, da der Röntgenologe auf dem augenärztlichen Sektor oftmals keine so große Erfahrung besitzt. Aufnahmevisus: 5/7, NdI. Die Pupille ist weit und weist eine absolute Pupillenstarre auf. Es besteht auch eine geringfügige Akkomodationsparese. Auf 2% Pilocarpin kommt es erst nach einer halben Stunde zu einer dann allerdings überschießenden Reaktion. Die Mydriasis stellt sich erst nach zwei Tagen wieder ein. Bei 6 Uhr in der äußersten Peripherie des Fundus sieht man den Fremdkörper. Am 28.11.61 wurde er mit dem Riesenmagneten entfernt. Der postoperative Heilverlauf war normal. Es blieb jedoch auf Dauer eine siderotisch bedingte Störung des Pupillenspiels bestehen.

10) Patient: Kr., W. geb. 22.12.45
Auch in diesem Fall führte eine unterlassene Fremdkörpersuche zu einer vermeidbaren Schädigung des Patienten.

Vor anderthalb Jahren flog dem Patienten auf der Arbeitsstelle beim Hämmern ein Fremdkörper gegen das linke Auge. Vom am gleichen Tag konsultierten Augenarzt wurde die diagnostizierte Vorderkammerblutung als Folge einer Bulbusprellung betrachtet und behandelt. Keine Röntgenaufnahme. Ein halbes Jahr später bemerkte der Patient eine Sehverschlechterung und kam jetzt in die Klinik. Bei der Aufnahme zeigte sich bei 8 Uhr am Limbus eine alte Narbe, die Iris war leicht bräunlich verfärbt, die Lichtreaktion war im Vergleich zum gesunden Auge etwas schwächer, die Linse wies eine hintere Schalentrübung auf, sowie bräunliche Flecken auf der vorderen Kapsel im Sinne einer Siderose. Außerdem fiel eine Glaskörperreaktion auf mit Destruktion, Flocken und Strangbildungen. Aufnahmevisus: 5/15, NdVII. Die Comberg-Aufnahme zeigte einen Fremdkörper bei 7 Uhr dicht hinter dem Ciliarkörper. Am 10.9.76 wurde die Magnetextraktion im Bereich der pars plana ausgeführt, ohne sichtbaren Glaskörperverlust. Am 16.11.76 mußte der Patient erneut aufgenommen werden, da die Katarakt erheblich zugenommen hatte. Es erfolgte eine Kataraktextraktion. Zwei Monate später trat infolge eines großen Orarisses, in dem der Perforationsstelle gegenüber liegenden Quadranten, eine Netzhautablösung auf, die schnell an Ausdehnung zunahm und erst nach zweimaliger Operation wieder behoben werden konnte. Mit Kontaktlinse besteht wieder ein ausreichendes Binokularsehen.

11) Patient: Bi., H. geb. 22.2.22
Vor vier Tagen hatte der Patient einen Autounfall, wobei es zu einer Windschutzscheibenverletzung des Gesichtes kam. Zuerst wurde er auf der chirurgischen Abteilung versorgt. Anschließend wurde bei uns unter

dem Mikroskop ein Glassplitter aus der Hornhaut entfernt, der bis an die Descemet'sche Membran reichte. Die Hornhautwunde wurde vernäht. Elf Tage später, am 21.12.76 wurde anläßlich der Entlassungsuntersuchung mit dem Gonioskop bei 6 Uhr im Kammerwinkel noch ein Glassplitter entdeckt, der dort reizlos lag und dessen Einschlagstelle nicht gefunden werden konnte. Der Patient wurde unter dem Vorbehalt entlassen, bei auftretenden Beschwerden erneut ins Krankenhaus zu kommen. Innerhalb der nächsten vier Monate kam es zu rezidivierenden Keratopathien der unteren Hornhauthälfte, mit starken Schmerzen verbunden, sodaß am 29.4.77 der Glassplitter entfernt werden mußte. Drei Monate später war der pathologische Hornhautbefund schon deutlich zurückgegangen. Im Schnittbereich blieb ein geringes dystrophisches Hornhautödem zurück, der Patient war jedoch beschwerdefrei.

ERGEBNISSE:

Abbildung 8 zeigt die Gesamtergebnisse unserer Fälle:

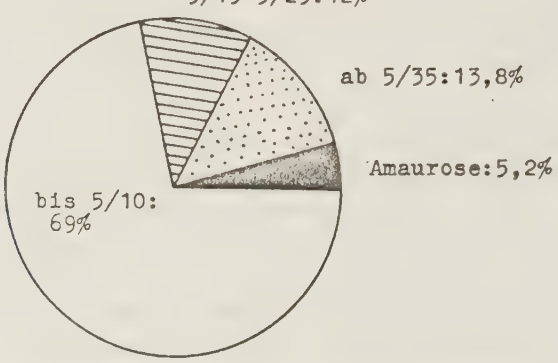


Abb. 8:

Etwa zweidrittel der verletzten Augen hatten schließlich ein gutes Sehvermögen von 5/10 und besser. Weitere 12% hatten noch ein brauchbares Sehvermögen von 5/15-5/25, der Rest teilte sich in die funktionell verlorenen und amaurotischen Augen, unter denen sich auch die Enukleationen befanden. Vergleicht man den Visus zur Zeit der Aufnahme mit den Spätergebnissen,

so verbesserte sich das Sehvermögen in 36,2% , in 13,8% verschlechterte es sich und in 50% blieb es unverändert. In der Gruppe der gleichgebliebenen Sehschärfen handelte es sich überwiegend um gutes Sehvermögen von 5/10 und besser. Einmal war das Auge amaurotisch, es wurde nach 34 Jahren wegen Verdachtes einer sympathischen Ophthalmie enukleiert, einmal bestand infolge Katarakt sichere Lichtprojektion. Fünfmal blieb der Visus bei 5/15.
Um die verschiedenen Faktoren, die das Sehvermögen beeinflussen, in ihrer Wertigkeit beurteilen zu können, müssen die visuellen Resultate zu den jeweiligen Faktoren in Beziehung gesetzt werden. Im Folgenden werden die Resultate aus unterschiedlicher Sicht betrachtet.

a) Fremdkörpergröße:
Die in der Literatur gefundene Beziehung, daß mit Zunahme der Fremdkörpergröße auch die Prognose für das Sehvermögen schlechter wird, konnten wir in unserem Krankengut auch feststellen. Die kritische Größe, bei der sich die Prognose sprunghaft verschlechterte, lag bei Fremdkörpern über 10mm^2. Aber auch hier wiesen immerhin noch 40% der Fälle ein Sehvermögen von 5/10 und besser auf. Die Tabelle 20 zeigt die gefundenen Spätergebnisse noch einmal in der Übersicht:

	bis 5/10	5/15-5/25	ab 5/35	Amaurose
bis 1mm^2	69,2%	7,7%	15,4%	7,7%
1,1-3mm^2	71,4%	14,3%	9,5%	4,8%
3,1-5mm^2	100,0%	Ø	Ø	Ø
5,1-10mm^2	71,4%	14,3%	14,3%	Ø
über 10mm^2	40,0%	40,0%	20,0%	Ø

Tab. 20:

b) Fremdkörperlage:
Eng mit der Fremdkörpergröße hängt auch seine Lage im Bulbus zusammen, da ein größerer Splitter eine größere Triebkraft besitzt, mit der er ins Augeninnere eindringt, wie aus der Tabelle 19 ersichtlich ist. Tabelle 21 zeigt die Beziehung zwischen Endvisus und Lage der Fremdkörper im vorderen und hinteren Segment:

	bis 5/10	5/15-5/25	ab 5/35	Amaurose
ant.Segm.	87,4%	6,3%	6,3%	Ø
post.Segm.	62,0%	14,3%	14,3%	9,4%

Tab 21:

c) Eintrittsort:
Während die Hornhaut- und Skleraperforationen in ca. 70% gute Resultate ergaben, waren die Limbusperforationen, wie Tabelle 22 zeigt, mit erheblich schlechteren Ergebnissen belastet, obwohl unter diesen Fällen keine Amaurose auftrat.

	bis 5/10	5/15-5/25	ab 5/35	Amaurose
HH	72,5%	7,5%	15,0%	5,0%
Sklera	70,0%	20,0%	Ø	10,0%
Limbus	Ø	50,0%	50,0%	Ø

Tab. 22:

d) Fremdkörpermaterial:
Es zeigten sich geringe Differenzen bei den Spätergebnissen, wenn man sie vom Material des Fremdkörpers (magnetisch oder nicht-magnetisch) abhängig machte. Die magnetischen Fremdkörper hatten die bessere Prognose, aber auch die nicht-magnetischen wiesen erstaunlich gute Resultate auf, siehe Tabelle 23:

	bis 5/10	5/15-5/25	ab 5/35	Amaurose
magn.	72,0%	14,0%	9,3%	4,7%
amagn.	69,2%	7,7%	15,4%	7,7%

Tab. 23:

e) Extraktionsweg:
Sowohl die anteriore Route, wie die posteriore wiesen in etwa die gleichen Resultate auf. Infolge der schwereren Verletzungen waren die Resultate bei den Extraktionen durch die Wunde schlechter, siehe Tabelle 24:

	bis 5/10	5/15-5/25	ab 5/35	Amaurose
ant. Route	76,9%	7,7%	7,7%	7,7%
post. Route	73,4%	13,3%	13,3%	Ø
durch die Wunde	58,3%	16,7%	16,7%	8,3%
keine Extraktion	50,0%	Ø	50,0%	Ø

Tab. 24:

Zur Extraktionswahl ist folgendes zu sagen: Fremdkörper, die im vorderen Bulbusabschnitt lagen, wurden über die anteriore Route extrahiert, Fremdkörper im hinteren Bulbusabschnitt über die posteriore Route, mit einer Ausnahme, bei der der ziemlich große Fremdkörper, nachdem er die Hornhaut perforiert und die Linse völlig zerstört hatte, im vorderen Anteil des Glaskörpers lag. In diesem Falle

wurde der Fremdkörper mit Hilfe eines Magneten nach vorne durch die Pupille gezogen. Zweimal mußte der Fremdkörper im Auge belassen werden, davon war er einmal so fest eingekapselt, daß er trotz positivem Magnetversuch aus seinem Fremdkörperbett nicht gelöst werden konnte. Ein anderes Mal konnte der röntgenologisch festgestellte Fremdkörper im Bereich der Sklera nicht gefunden werden. Durch die Wunde wurde der Fremdkörper entfernt, wenn er bei einer Verletzung des vorderen Segmentes zum Teil noch aus der Perforationswunde ragte, oder im häufigsten Falle bei einer sehr schweren primären Verletzung des hinteren Segmentes, bei der der Fremdkörper leicht zu fassen war.

f) Behandlungsbeginn:
Bis zur zweiten Woche nach der Verletzung waren die Ergebnisse ausgesprochen günstig. Bei den Patienten, die am selben Tag zur Aufnahme kamen, konnten 68,8% mit einem Visus von 5/10 und besser entlassen werden. Nach der zweiten Woche waren die Ergebnisse schlechter. Die Wahrscheinlichkeit ein funktionell intaktes Auge zu erhalten betrug dann nur mehr etwa 50%.

g) Tätigkeit:
Hierbei interessieren die Resultate der am häufigsten auftretenden Verletzung, nämlich der durch den Gebrauch des Hammers. Es zeigt sich, daß diese Verletzungen meistens recht gutartig sind. In zweidrittel der Fälle ergab sich ein gutes Sehvermögen von 5/10 und besser. Der Rest teilt sich etwa gleichmäßig auf die übrigen in dieser Arbeit aufgestellten Gruppen für die Sehschärfe auf. Damit entsprechen die Resultate denen der Gesamtergebnisse.

h) Folgezeit:
Um der Frage nachzugehen, inwieweit das Sehvermögen in der Folgezeit nach der Entlassung noch Veränderungen unterworfen ist, stellten wir sechs Zeitintervalle auf, in denen die Nachuntersuchungen erfolgten. (bis 1/2 Jahr; 1/2-1 Jahr; 1-3 Jahre; 3-5 Jahre;

5-10 Jahre; über 10 Jahre). Besser wurde das Sehvermögen in der Folgezeit erstens nach Operationen der getrübten Linse und zweitens infolge Resorption von getrübten Linsenmassen oder Corpusblutungen. Schlechter wurde das Sehvermögen in der Folgezeit infolge von Netzhautablösungen, zunehmender Katarakt, erneut auftretender Corpusblutungen, Sekundärglaukom und Phthisis bulbi. In ca. 69% blieb jedoch das Sehvermögen in der Folgezeit unverändert. Wahrscheinlich liegt der Prozentsatz noch höher, nämlich bei ca. 80%, wenn man die Patienten, die nicht zur Nachuntersuchung gekommen sind und die bei der Entlassung einen guten Visus hatten, hinzuzählt. Sechs Patienten erschienen nämlich nicht zum Nachuntersuchungstermin, davon waren vier Patienten mit gutem Entlassungsvisus am Ergebnis der Nachuntersuchung wohl nicht sonderlich interessiert. Ein Patient hatte bei der Entlassung ein mittleres Sehvermögen von 5/15, ein Patient ein schlechtes von 1/20p.

KOMPLIKATIONEN:

In Tabelle 25 sind sämtliche Komplikationen, d.h. Schädigungen, die sofort auftraten und solche, die in einem späteren Stadium erst aufgetreten sind, ihrem prozentualen Anteil gemäß aufgeführt. Die Katarakte sind ihrer unterschiedlichen Bedeutung nach in totale und lokale Formen differenziert. In fast zweidrittel der Fälle entstand eine Katarakt. Das Verhältnis totale Katarakt zu lokaler Katarakt betrug etwa 4:1. In 71% bestand die Katarakt bereits zum Zeitpunkt der Aufnahme, wobei das Verhältnis von total zu lokal getrübter Linse etwa 2:1 betrug. Netzhautablösungen entstanden in 12% der Fälle. Einmal bestand die Ablatio schon bei der Aufnahme. Es handelte sich um eine lokale, flache Abhebung im Bereich der Einschlagstelle. Durch Diathermie in allen vier Quadranten wurde sie saniert. Einmal entstand eine lokal begrenzte Ablatio postoperativ ebenfalls an der Einschlagstelle. Nach der Operation

nach Weve lag die Netzhaut wieder an.

Hornhautnarben	:	74,0%
Keratopathie	:	1,7%
Irisforamen	:	19,0%
Iridodialyse	:	3,4%
Sphinkterriß	:	1,7%
Synechien	:	24,0%
Linsenluxation	:	1,7%
Katarakt	:	56,9%
a) total	:	44,9%
b) lokal	:	12,0%
Corpusblutung	:	19,0%
Corpusverlust	:	19,0%
Corpusstränge	:	10,3%
Netzhautablösung	:	12,0%
Netzhautforamen	:	1,7%
Phthisis, chron. Uveitis	:	3,4%
Verd. auf sympath. Ophthalmie	:	3,4%
Sekundärglaukom	:	8,6%
Siderose	:	6,9%
Chalkose	:	3,4%

Tab. 25:

Viermal trat eine Ablatio erst in der Folgezeit auf, nämlich nach zwei Monaten, vier Monaten, drei Jahren (lokal begrenzt) und sechs Jahren nach dem Unfall. Bei der zwei Monate später aufgetretenen Ablatio handelte es sich um eine hohe Netzhautablösung, die von der Einschlagstelle ausging. Nach der durchgeführten Diathermie lag die Netzhaut wieder an. Bei der hochblasigen Ablatio, die vier Monate später auftrat, war eine Kataraktextraktion vor zwei Monaten vorausgegangen. Sie wurde durch einen großen Orariß ausgelöst, der vermutlich durch Traktion bei Glaskörperfibrose entstanden war. Die fast totale Ablatio konnte erst nach zweimaliger Skleraeindellung zur Anlegung gebracht werden. Bei der drei Jahre später

nen Ablatio handelte es sich um eine Netzhautblase ohne Foramen an der alten Einschlagstelle. Nach erfolgter Diathermie blieb die Blase weiter bestehen, war jedoch gut abgeriegelt. Es resultierte ein entsprechender Gesichtsfelddefekt. Bei der Ablatio, die sechs Jahre nach dem Unfall auftrat, bestand die Ablösung in dem der Perforation gegenüber liegenden Quadranten und hatte ein Foramen. Die Netzhaut lag erst nach zweimaliger Skleraeindellung wieder an. In 8,6% der Fälle trat ein Sekundärglaukom auf. Der früheste Zeitpunkt war nach zehn Tagen infolge quellender Linsenmassen. Nachdem diese sich teilweise resorbiert hatten, normalisierte sich der Druck wieder. Einmal trat ein Sekundärglaukom infolge Linsenquellung erst nach einem Jahr auf. Auch hier normalisierte sich der Druck, nachdem eine Linsenablassung durchgeführt worden war. Einmal trat im Zusammenhang mit einer Siderosis das Glaukom erst vier Jahre nach dem Unfall auf. Trotz mehrmaliger Versuche den Druck operativ zu senken, erblindete das Auge zwei Jahre später. Ein Patient kam mit einem Sekundärglaukom zur Aufnahme, der einen Fremdkörper angeblich schon seit zehn Jahren im Auge hatte.Nachdem die Linse operativ entfernt worden war, sah man einen terminal excavierten Opticus. Das Gesichtsfeld bestand nur mehr in einer temporalen Insel.

ERBLINDUNGSURSACHEN:

5,2% der Augen erblindeten. Die Ursachen waren einmal Sekundärglaukom bei Siderosis bulbi, einmal chronische Uveitis, die zur Phthisis führte und einmal eine Chalkosis infolge einer Granatsplitterverletzung im Kriege. Alle drei Augen mußten schließlich enukleiert werden, einmal wegen Schmerzen und zweimal wegen des Verdachtes einer sympathischen Ophthalmie.

Diskussion

Die aus dem uns zur Verfügung stehendem Material gefundenen Ergebnisse sollen nun mit denen in der Literatur am häufigsten vorkommenden verglichen werden. Es konnten die Resultate der verschiedensten Autoren auch durch unsere Untersuchungen bestätigt werden. So überwiegt als erstes, wenn man das Verhältnis von Männern zu Frauen, die am Unfallvorgang beteiligt waren, betrachtet, in ca. 95% das männliche Geschlecht, wobei eine leichte Seitendifferenz, nämlich eine Linksbevorzugung, vorliegt. Die Erklärung hierfür liegt zum einen im überwiegenden Vorkommen der Berufsunfälle, bei denen vorwiegend jüngere Arbeiter betroffen sind, die im Umgang mit Werkzeug und Maschinen noch unerfahren sind. Die Tätigkeit in den metallverarbeitenden Berufen, hier ist in erster Linie an die Schlosser gedacht, gilt als besonders gefährdend. Ein beachtlicher Teil der Verletzungen kommt beim Umgang mit dem Hammer, b.z.w. mit Hammer und Meißel zu Stande, da häufig keine Schutzmaßnahmen zur Unfallverhütung vorgenommen werden. Zum anderen bewirkt die Rechtshändigkeit in der Mehrzahl der Fälle, daß das linke Auge, welches dem Arbeitsvorgang stärker zugewendet ist und keinen Schutz durch den Nasenrücken erfährt, häufiger von abspringendem Material getroffen wird. Die große Anzahl der jugendlichen Arbeiter und Lehrlinge führt auch dazu, daß die Altersgruppen zwischen 20 und 40 Jahren, in unserem Krankengut etwas vorverschoben, von 15 bis 30 Jahren, den größten Anteil der Verletzungen einnehmen. In diesen Jahrgängen könnte durch energisch durchgeführte Schutzmaßnahmen eine wirksame Prophylaxe betrieben werden. Den Verdacht, daß möglicherweise das zur Zeit des Unfalls bessere Auge häufiger verletzt würde, konnten wir nicht erhärten. In ca. 91% waren beide Augen gleich gut gewesen. Das Material, aus dem die Fremdkörper hauptsächlich bestehen, ist in über 90% metallisch, wobei es in 75 bis 90% magnetischer Natur ist. Die magnetischen Fremdkörper haben eine bessere Prognose, we-

gen der leichteren Entfernung aus dem Auge. Fremdkörper kommen am häufigsten in einer Größenordnung bis etwa 5mm^2 (in unserem Krankengut bis 3mm^2) vor. Es handelt sich um die kleinen, rasanten Fremdkörper,die beim Vorgang des Hämmerns entstehen und durch die dabei entstehende Hitze gleichsam sterilisiert werden. Sie haben im allgemeinen eine gute Prognose. Da es sich hierbei fast ausschließlich um magnetische Splitter handelt, ist auch deren gehäuftes Vorkommen hinreichend erklärt. Die kritische Fremdkörpergröße, d.h. die Größe, bei der die Prognose schlagartig schlechter wird, wird im Schrifttum in unterschiedlichen Dimensionen angegeben und läßt sich daher nicht immer gut vergleichen. Wir fanden eine kritische Größe ab 10mm^2, die auch in der Literatur bekannt war. Es kommt bei diesen Größen zu so erheblichen anatomischen Zerstörungen im Auge, daß häufig ein tragischer Ausgang mit Erblindung nicht aufzuhalten ist. Da mit der Fremdkörpergröße die Einschlagskraft zunimmt, findet man die prognostisch ungünstigen Fremdkörper meist im posterioren Bulbusabschnitt. Mit einem Verhältnis zwischen gutem und schlechtem Endvisus bei vorne liegenden Fremdkörpern von ca. 62:25 lagen unsere Ergebnisse in einem mittleren Bereich, verglichen mit anderen Angaben in der Literatur. Die Perforationsstelle wird im allgemeinen zwischen 60 und 80% in der Hornhaut gefunden, in 20 bis 30% in der Sklera und in etwa 10% im Limbusbereich. Während die Ergebnisse bei unseren Patienten im Falle einer Limbusperforation deutlich schlechter waren als bei Hornhaut- oder Skleraperforation, waren in der Literatur keine größeren prognostischen Differenzen zu finden. In etwa einem drittel der Fälle liegen die Fremdkörper im anterioren Segment, in zwei drittel der Fälle im posterioren.

Zur Extraktionsmethode ist zu sagen, daß sich der Gedanke, Fremdkörper aus dem anterioren Segment nach vorne und Fremdkörper aus dem posterioren Segment nach hinten zu extrahieren, durchgesetzt hat. Therapeutisch gingen wir bei posterioren Fremdkörpern folgendermaßen vor: Zuerst wurde die Perforationswunde versorgt, mit Rekon-

struktion der anatomischen Verhältnisse und nachfolgendem Wundschluß. Dann erfolgte am Ort der vorgesehenen Skleraincision im Bereich der pars plana eine prophylaktische Diathermie, um der Gefahr einer Blutung und einer Netzhautablösung vorzubeugen. Anschließend wurde die Sklera bei magnetischen Glaskörpersplittern bevorzugt im temporal unteren Quadranten nahe dem Ansatz des m. rectus inferior eröffnet. Ein eventueller kleiner Gesichtsfelddefekt nasal oben ist am wenigsten störend. Nach der Extraktion des Fremdkörpers wurde die Wunde wieder verschlossen. Unsere konservative Therapie bestand in der Gabe von Antibiotica in allgemeiner und lokaler Darreichungsform, außerdem achteten wir auf einen ausreichenden Tetanusimpfschutz.
In ca. 70% waren die Sehresultate 5/10 oder besser, in ca. 20% waren die Augen als funktionell verloren anzusehen. In ca. 5% wurden die Augen amaurotisch. Diese Gesamtergebnisse übertreffen sogar jene, die wir in der Literatur finden konnten, in der von einem guten Sehvermögen in 40 bis 60% und einem schlechten Sehvermögen in 30 bis 45% der Fälle berichtet wird.

Zusammenfassung

58 Patienten, von denen 96% männlich waren, wurden im Zeitraum der letzten zwanzig Jahre in einem großen westberliner Bezirk wegen einer intraokularen Fremdkörperverletzung stationär behandelt. Die Häufigkeit der Unfälle verteilte sich ziemlich gleichmäßig über die beobachtete Zeit.
Den höchsten Anteil an den Verletzungen hatten die 21-30 Jährigen (31,1%). Als häufigste Unfallursache kamen die Arbeitsunfälle mit 77,6% in Anschlag, hierbei waren es vor allem Unfälle der metallverarbeitenden Berufe (46,5%). Hier wiederum waren die Schlosser mit 17% am häufigsten vertreten. In den meisten Fällen kam die Verletzung durch die Arbeit mit dem Hammer (48,2%) und mit Hammer und Meißel (10,3%) zu Stande. Es zeigte sich, daß

diese Verletzungen meistens recht gutartig waren.

In 91% waren die Fremdkörper metallisch, in 76,8% magnetisch.
In der überwiegenden Mehrzahl wurde die Hornhaut perforiert (74%).
Die meisten Fremdkörper hatten eine Größe bis zu $3mm^2$, wobei die Fremdkörper mit $2mm^2$ am häufigsten vorkamen.

In 43,9% lagen die Fremdkörper im Corpus, zweidrittel der Fremdkörper lagen im posterioren Segment.
Mit der Zunahme der Fremdkörpergröße nahm auch die Eindringtiefe zu.
Die in der Literatur gefundene Beziehung, daß sich mit der Zunahme der Fremdkörpergröße die Prognose verschlechtert, konnte auch in unserem Krankengut bestätigt werden. Die kritische Größe lag bei einer Fremdkörpergröße von über $10mm^2$. Auch die Beziehung zwischen Fremdkörperlage und Endvisus zeigte eine Übereinstimmung mit den Literaturangaben. Bei Fremdkörpern, die den Limbusbereich perforiert hatten, konnte eine deutlich schlechtere Prognose festgestellt werden.
Das Fremdkörpermaterial hatte ebenfalls einen Einfluß auf die späteren Ergebnisse.
Abhängig von der Fremdkörperlage wiesen sowohl die anteriore, als auch die posteriore Route der Extraktion etwa gleiche Resultate auf. Wenn eine Route mit schlechterem Ausgang belastet war, dann nur infolge einer primär schwereren Verletzung des Auges. Fremdkörper im vorderen Segment wurden nach vorn extrahiert, Fremdkörper im hinteren Segment durch eine Skleraincision, wenn sie nicht zu einer völligen Zerstörung der Linse geführt hatten. Aus der Wunde wurde der Fremdkörper nur dann entfernt, wenn bei einer primär schweren Verletzung der Fremdkörper noch aus der Wunde ragte, b.z.w. leicht zu fassen war. In zwei Fällen konnten die Fremdkörper nicht entfernt werden.
Die Gesamtergebnisse zeigten in ca. zweidrittel der Fälle ein gutes Sehvermögen von 5/10 und besser. 12% hatten schließlich ein mittleres Sehvermögen von 5/15 bis 5/25, der Rest waren die funktionell verlorenen Augen. In 36,2% verbesserte sich das Sehvermögen, wenn

man Aufnahmevisus und Endvisus mit einander vergleicht, in 13,8% verschlechterte es sich und in ca. der Hälfte der Fälle blieb es gleich.
Am selben Tag kamen die meisten Patienten zur Aufnahme (59%), innerhalb der ersten Woche waren es bereits 77,6%. Bis zur zweiten Woche nach dem Unfall waren die Endergebnisse ausgesprochen günstig. Bei den am ersten Tag behandelten Fällen wurde in 68,8% ein Visus von 5/10 und besser erreicht.
In der Folgezeit blieb das Sehvermögen in 69% der Fälle unverändert. Verschlechterungen traten ein infolge von Netzhautablösungen, zunehmender Katarakt, neu auftretender Corpusblutungen, Sekundärglaukom und Phthisis bulbi. Besser wurde das Sehvermögen durch Resorption von Corpusblutungen oder getrübten Linsenmassen und nach Kataraktextraktionen.
Eine Katarakt trat in fast zweidrittel der Fälle auf, wobei sie in ca. 71% schon bei der Aufnahmeuntersuchung bestand. Das Verhältnis totaler zu lokaler Katarakt betrug etwa 4:1. Netzhautablösungen traten in 12% auf, Sekundärglaukome in ca. 9%. 5,2% der Augen wurden amaurotisch und mußten schließlich enukleiert werden.

Literaturverzeichnis

1) BELKIN (Jerusalem): "Eine Methode zur Entdeckung, Analyse und Messung von Metallfremdkörpern im Auge ohne chirurgischen Eingriff."
Referat auf dem Internationalen Symposion der DOG, Köln 1976

2) CHISHOLM,I.A.: "Intraocular metallic foreign bodies."
Brit. J. Ophthal. 48, 364-372 (1964)

3) CORKEY,J.A.: "Reflections on management of intraocular foreign bodies."
Trans. ophthal. Soc. U.K. 86, 803-812 (1967)

4) CRIDLAND,N.: "Intraocular foreign bodies."
Proc. roy. Soc. Med. (London) 60, 598-600 (1967)

5) DAVID,M. u. GLAVAN,I.: "Zur Festlegung der Behandlung von intraokularen Fremdkörperverletzungen."
Oftalmologia (Bucuresti) 14, 223-232 (1970)

6) ELKINGTON,A.: "Intraocular foreign bodies."
Nurs Times 6, 1638-1639 (1973)

7) FRANCOIS,P.: "Les corps etrangers metalliques non magnetiques."
Bull. Soc. Ophthal. Fr. 1117-1127 (1973)

8) FRANCOIS,P. ASSEMAN,G. u. CONSTANTINIDES,G.: "Les corps etrangers intra-oculaires non magnetiques."
Bull. Mem. Soc. franc. Ophthal. 79, 307-318 (1966)

9) GERNET,H. u. HENNEWIG,J.: "Klinischer, röntgenologischer und biometrischer Befund bei wandnahen i.o. Fremdkörpern."
Ber. dtsch. ophthal. Ges. 67, 280-283 (1965)

10) GLEES,M. u. KLEINHANS,K.: "Epikritische Betrachtungen bei 1080 Fällen von perforierenden Verletzungen."
Klin. Mbl. Augenheilk. 141, 287-295 (1962)

11) HOFMANN (Graz): "Verflüssigung des Glaskörpers."
Referat auf dem Internationalen Symposion der DOG, Köln 1976

12) HOLLAND,G.: "Analyse von 2309 Verletzungen der Augen und Lider."
Klin. Mbl. Augenheilk. 145, 915-927 (1965)

13) HOLLWICH,F. DAMASKE,E. u. LIERMANN,H.: "Fehldiagnosen beim i.o. Eisensplitter."
Klin. Mbl. Augenheilk. 169, 481-488 (1976)

14) HOMPM,K.: "The removal of difficult ocular foreign bodies."
Trans. Anst. Coll. Ophthal. 1, 24-26 (1970)
15) JAENSCH,P.A.: "Augenschädigung in Industrie und Gewerbe."
Stuttgart. Thieme-Verlag 1949
16) KNAUL,Marianne: "Intraokulare Splitterverletzungen."
Klin. Mbl. Augenheilk. 126, 608-618 (1955)
17) KRAFT,H.: "Zur Wahl der Operationsmethode beim intraokularen Eisensplitter."
Klin. Mbl. Augenheilk. 141, 867-876 (1962)
18) LANDWEHR (Würzburg): "Der Magnet."
Referat auf dem Internationalen Symposion der DOG, Köln 1976
19) LEVY,J.: "Intraocular foreign body."
Brit. J. Ophtal. 42, 610-616 (1958)
20) MACHEMER (Miami): "Pars-plana-Vitrektomie zur Behandlung intraokularer Fremdkörper."
Referat auf dem Internationalen Symposion der DOG, Köln 1976
21) MOROZOV,V.I. u. ABRAMOVA,E.K.: "Results subsequent to the removal of nonmagnetic copper-containing foreign objects from the eyeglobe."
Vestn. Oftal. Mosk. 78,Nr.3, 29-34 (1965)
22) NEUBAUER,H.: "Zur Technik der Entfernung frei im Glaskörper schwimmender amagnetischer Splitter."
Ber. dtsch. ophthal. Ges. 58, 332-334 (1953)
23) NEUBAUER,H.: "Les corps etrangers intraoculaires nonmagnetiques."
Bull. Soc. Ophthal. Fr. 1213-1220 (1972)
24) NEUBAUER,H.: "Der intraokulare Fremdkörper."
Ber.dtsch. ophthal. Ges. 67, 297-317 (1965)
25) NEUBAUER,H.: "Verletzungen des Auges und sympathische Ophthalmie."
in Lehrbuch der Augenheilkunde, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1973
26) NOWER,A. u. STALLKAMP,H.: "Über die Möglichkeiten und Grenzen der Ultraschalldiagnostik i.o. Fremdkörper."
Ber. dtsch. ophthal. Ges. 63, 251-255 (1960)
27) NOWER,A. u. STALLKAMP,H.: "Experimentelle Ultraschalluntersuchungen bei Augen mit i.o. Fremdkörpern."
Albrecht v. Graefes Arch. Ophthal. 164, 517-523 (1962)

28) OKSALA,A.: "Ein Holzsplitter im Auge."
Klin. Mbl. Augenheilk. 134, 88-92 (1959)
29) OKSALA,A.: "Kupfersplitter in der Vorderkammer und im Glaskörper."
Klin. Mbl. Augenheilk. 136, 81-87 (1960)
30) OKSALA,A. u. SALMINEN,L.: "Zur Ultraschalldiagnostik von Fremdkörpern in der Nähe der Augenhinterwand."
Ber. dtsch. ophthal. Ges. 67, 283-287 (1965)
31) OSSOINIG,K.: "Zur Ultraschalldiagnostik i.o.Fremdkörper."
Ber. dtsch. ophthal. Ges. 67, 288-294 (1965)
32) OSSOINIG,K.: "Spezielle echographische Methoden zur Beurteilung okularer Fremdkörper."
Referat auf dem Internationalen Symposion der DOG, Köln 1976
33) PERCIVAL,S.: "A decade of intraocular foreign bodies."
Brit. J. Ophthal. 56, 454-461 (1972)
34) RICKLEFS,G.: "Eine modifizierte Comberg-Methode."
Ber. dtsch. ophthal. Ges. 67, 277-279 (1965)
35) RIEBEL,O.: "Zur Lokalisation intraokularer Fremdkörper."
Klin. Mbl. Augenheilk. 148, 134-139 (1966)
36) ROPER-HALL,M.J.: "Intraocular foreign bodies."
Internat. Ophthal. Clinics, Vol.8 Nr.I, 135-277 (1968)
37) ROPER-HALL,M.J.: "Review of 555 cases of foreign bodies with special reference to prognosis."
Brit. J. Ophthal. 38, 65-99 (1954)
38) RUBINSTEIN,K.: "Intraocular foreign bodies, report of 102 cases."
Brit. J. Ophthal. 38, 369-377 (1954)
39) SCHENK,H. u. NEMETZ,U.R.: "Über den Ausgang von 193 Verletzungen mit i.o. Fremdkörpern."
Klin. Mbl. Augenheilk. 132, 71-76 (1958)
40) SCHMUT (Graz): "Verflüssigung des Glaskörpers."
Referat auf dem Internationalen Symposion der DOG, Köln 1976
41) SCHRECK,E.: "Erfahrungen mit der röntgenoptischen Lokalisation und Extraktion von Fremdkörpern am Sehorgan."
Ber. dtsch. ophthal. Ges. 67, 318-321 (1965)
42) SCHRECK,E. u. WOLLENSAK,J.: "Zur besseren Auffindung von Fremdkörpern im Bereich des Augapfels."
Ber. dtsch. ophthal. Ges. 63, 247-250 (1960)

43) SEVERIN (Köln): "Probleme der Fremdkörperlokalisation."
Referat auf dem Internationalen Symposion der DOG, Köln 1976
44) SHIPMAN,J.S. DELANY,J.H. u. SEELY,R.H.: "Magnetextraction of intraocular foreign bodies by anterior and posterior routes."
Am. J. Ophthal. 36, 620-628 (1953)
45) STANKOVIC,I. KECMANOVIC,Z. u. DJAKOVIC,S.: "Elektromagnetische Eingriffe beim i.o. Fremdkörper."
Ber. dtsch. ophthal. Ges. 67, 321-330 (1965)
46) SÜSSE,H.J.: "Röntgendiagnostik in der Augenheilkunde."
in: Die ophthalmologischen Untersuchungsmethoden.
Ferd. Enke Verlag. Stuttgart 1970
47) THIEL,R.: "Über elektrodynamische Krafteinwirkungen auf unmagnetische Metalle."
Klin. Mbl. Augenheilk. 112, 258-267 (1947)
48) TOPPEL,L.: "Augenverletzungen bei Kindern."
Hefte Unfallheilk. 102, 163-168 (1970)
49) VANCEA,P. u. CERNEA,P.: "Unsere Erfahrungen über das Problem der intraokularen Fremdkörper."
Albrecht v. Graefes Arch. Ophthal. 166, 53-63 (1963)
50) VOGEL (Essen): "Morphologie der Metallosen."
Referat auf dem Internationalen Symposion der DOG, Köln 1976
51) WAUBKE,T.N.: "Der magnetische Fremdkörper."
Referat auf dem Internationalen Symposion der DOG, Köln 1976

Danksagung

Hiermit möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Otmar Liegl, Chefarzt der Augenabteilung des Städtischen Krankenhauses Neukölln, für die freundliche Überlassung des Themas und die stets hilfreiche Unterstützung in den Fragen seiner Bearbeitung danken.

Lebenslauf

Am 27.5.45 bin ich, Rudolf Leopold Grunner, in Berlin-Wilmersdorf geboren. Mein Vater Dr. Josef Grunner, Bezirksbürgermeister i.R., meine Mutter Dr. Gisela Grunner, geb. Weiner, sowie meine Schwester Judith Jenkins, geb. Grunner, stammen aus Wien. Von 1951 bis 1955 besuchte ich die 7. Grundschule in Berlin-Grunewald, von 1956 bis 1957 die 1. Grundschule in Berlin-Spandau. Von 1957 bis 1964 besuchte ich den altsprachlichen Zweig des Kant-Gymnasiums in Berlin-Spandau. 1964 bestand ich das Abitur. Im selben Jahr immatrikulierte ich an der Freien Universität Berlin, Fachrichtung Medizin. 1965 legte ich das Vorphysikum, 1967 das Physikum ab. 1970 bestand ich das Staatsexamen. Meine Medizinalassistentenzeit dauerte vom 1.12.70 bis zum 31.12.71. Zum 31.12.71 erhielt ich die Approbation. Vom 7.1.72 bis 30.11.72 arbeitete ich als Assistenzarzt in der Karl-Bonhoeffer-Nervenklinik, vom 1.12.72 bis 31.5.76 in der Augenabteilung des Städt. Krankenhauses Neukölln. Am 15.1.76 erhielt ich die Anerkennung zum Facharzt für Augenheilkunde. Zur Zeit arbeite ich als beratender Arzt bei der Bundesversicherungsanstalt für Angestellte. Am 10.10.74 habe ich meine Frau Dipl.-Ing. Chien-Ming Grunner-Yeh, geb. Yeh, geheiratet. Am 25.5.75 wurde unser Sohn Mathias Grunner geboren.

Dissertationsdruck Fred Höpfner
Pestalozzistr. 106 1 Berlin 12
312 88 85
313 81 98